

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5806206号  
(P5806206)

(45) 発行日 平成27年11月10日(2015.11.10)

(24) 登録日 平成27年9月11日(2015.9.11)

(51) Int.Cl. F I  
HO2M 3/07 (2006.01) HO2M 3/07

請求項の数 13 (全 34 頁)

(21) 出願番号	特願2012-506487 (P2012-506487)	(73) 特許権者	503163527
(86) (22) 出願日	平成22年4月22日 (2010.4.22)		ミツビシ・エレクトリック・アールアンド
(65) 公表番号	特表2012-525109 (P2012-525109A)		ディー・センター・ヨーロッパ・ビーヴィ
(43) 公表日	平成24年10月18日 (2012.10.18)		MITSUBISHI ELECTRIC
(86) 国際出願番号	PCT/EP2010/055312		R&D CENTRE EUROPE
(87) 国際公開番号	W02010/122084		B. V.
(87) 国際公開日	平成22年10月28日 (2010.10.28)		オランダ国、1119 エヌエス・スヒブ
審査請求日	平成25年3月29日 (2013.3.29)		ホール・レーイク、カプロニラアン 46
(31) 優先権主張番号	09158617.2		Capronilaan 46, 111
(32) 優先日	平成21年4月23日 (2009.4.23)		9 NS Schiphol Rijk,
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		The Netherlands
		(73) 特許権者	000006013
			三菱電機株式会社
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 昇圧コンバーターの出力電圧を制御する方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

直列に接続された  $n$  個のブリッジ装置からなる昇圧コンバーターの出力電圧を制御する方法であって、各ブリッジ装置は複数のスイッチ及びコンデンサーからなり、該スイッチは少なくとも3つの周期的パターンからの1つの第1の周期的パターンによって制御され、各周期的パターンは時間間隔に分解される、方法において、

前記第1の周期的パターンの各時間間隔において、各  $i$  番目 ( $i$  は  $1 \sim n$  である) のブリッジ装置の入力と出力との間の電圧は、ゼロ値か、整数  $k_i$  に第1の正の値を掛けた値か、又は前記整数  $k_i$  のマイナスの値に前記第1の正の値を掛けた値に等しく、

少なくとも1つの第2の周期的パターンの各時間間隔において、各  $i$  番目 ( $i$  は  $1 \sim n$  である) のブリッジ装置の入力と出力との間の電圧は、ゼロ値か、前記整数  $k_i$  に少なくとも1つの第2の正の値を掛けた値か、又は前記整数  $k_i$  のマイナスの値に前記少なくとも1つの第2の正の値を掛けた値に等しく、

少なくとも1つの第3の周期的パターンの各時間間隔において、各  $i$  番目 ( $i$  は  $1 \sim n$  である) のブリッジ装置の前記入力と前記出力との間の電圧は、ゼロ値か、整数  $p_i$  に少なくとも1つの第3の正の値を掛けた値か、又は前記整数  $p_i$  のマイナスの値に前記少なくとも1つの第3の正の値を掛けた値に等しく、

少なくとも1つの前記整数  $k_i$  は前記整数  $p_i$  とは異なり、  
該方法は、

使用可能な周期的パターンの中から1つの第1の周期的パターンを選択するステップと

10

20

前記昇圧コンバーターの入力における電圧を測定するステップと、  
前記 n 個のブリッジ装置からなる前記昇圧コンバーターによって入力電圧を昇圧しなければならない出力電圧の所望の範囲を得るステップであって、前記範囲は、最小電圧値である第 1 の閾値及び最大電圧値である第 2 の閾値からなる、ステップと、

現在選択されている周期的パターンを使用して、前記入力電圧が昇圧されなければならない期待出力電圧を得るステップと、

出力電圧  $V_{out} = V_{in} / (1 - D)$  (但し、 $V_{in}$  は前記入力電圧であり、 $D$  は選択された前記第 1 の周期的パターンのデューティサイクルである) を求めるとともに、前記求められた出力電圧  $V_{out}$  が、前記第 1 の閾値を下回るか、又は前記第 2 の閾値を上回るか検査することによって、周期的パターンが選択される必要があるか否かを検査するステップと、

前記求められた出力電圧  $V_{out}$  が、前記第 1 の閾値を下回るか、又は前記第 2 の閾値を上回る場合に、昇圧された電圧が、前記期待出力電圧に近く、かつ前記第 1 及び第 2 の閾値の間からなる前記出力電圧の所望の範囲内にある、少なくとも 1 つのデューティサイクルを、メモリーに格納されているデューティサイクルの中から選択し、前記求められた出力電圧  $V_{out}$  が、前記第 1 の閾値を上回り、かつ前記第 2 の閾値を下回る場合に、前記選択された第 1 の周期的パターンを維持するステップと、

前記選択されたデューティサイクルのうちの 1 つに対応する 1 つの周期的パターンを選択するステップと、

前記選択された周期的パターンに従って前記スイッチを制御するステップと、を含むことを特徴とする、方法。

#### 【請求項 2】

前記第 1 の閾値よりも高くかつ前記第 2 の閾値よりも低い出力電圧であって、前記第 2 の周期的パターンによって提供される出力電圧よりも前記期待出力電圧に近い出力電圧を第 3 の周期的パターンが提供する場合、

前記選択された周期的パターンは、前記第 3 の周期的パターンであることを特徴とする、請求項 1 に記載の方法。

#### 【請求項 3】

1 つの第 2 の周期的パターンが、前記第 1 の閾値よりも高く、前記第 2 の閾値よりも低く、かつ前記少なくとも 1 つの第 3 の周期的パターンによって提供される 1 つ又は複数の電圧よりも前記期待出力電圧に近い、出力電圧を提供する場合、

前記選択された周期的パターンは、前記第 2 の周期的パターンであることを特徴とする、請求項 2 に記載の方法。

#### 【請求項 4】

前記期待出力電圧は前記第 2 の閾値に等しいことを特徴とする、請求項 2 又は 3 に記載の方法。

#### 【請求項 5】

各周期的パターンの複数の時間間隔にわたって、1 つのブリッジ装置の前記入力と前記出力との間の電圧の合計はゼロ値に等しいことを特徴とする、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の方法。

#### 【請求項 6】

第 1 のブリッジ装置は、n 個のブリッジ装置からなる前記昇圧コンバーターによって昇圧される電源の端子のうちの 1 つに接続され、最後のブリッジ装置の前記スイッチのうちの 1 つは、n 個のブリッジ装置からなる前記昇圧コンバーターによって昇圧される前記電源の他の端子に接続されるか、又は

前記第 1 のブリッジ装置は、n 個のブリッジ装置からなる前記昇圧コンバーターによって昇圧される電源の前記端子のうちの 1 つに接続され、n 個のブリッジ装置からなる前記昇圧コンバーターは、少なくとも、前記最後のブリッジ装置に接続されると共に、n 個のブリッジ装置からなる前記昇圧コンバーターによって昇圧される前記電源の前記他の端子

10

20

30

40

50

に接続されるスイッチをさらに備えることを特徴とする、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 7】

N 個の時間間隔を含む前記周期的パターンの最初の P 個の時間間隔の任意の時間間隔について、n 個のブリッジ装置からなる前記昇圧コンバーターによって昇圧される前記電源の前記他の端子に接続される前記スイッチは、前記最初の P 個の時間間隔中、導通しており、前記最初の P 個の時間間隔中の前記ブリッジ装置の前記入力と前記出力との間の前記電圧の合計は、整数  $N - P$  に前記第 1 の正の値を掛けた値に等しいことを特徴とする、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

N 個の時間間隔を含む前記周期的パターンの最後の  $N - P$  個の時間間隔の任意の時間間隔について、n 個のブリッジ装置からなる前記昇圧コンバーターによって昇圧される前記電源の前記他の端子に接続される前記スイッチは、前記最後の  $N - P$  個の時間間隔中、導通しておらず、前記最後の  $N - P$  個の時間間隔中の前記ブリッジ装置の前記入力と前記出力との間の前記電圧の合計は、非ゼロの整数  $P$  に前記第 1 の正の値を掛けた値のマイナス値に等しいことを特徴とする、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

n 個のブリッジ装置からなる前記昇圧コンバーターの前記入力は、入力電圧源に接続され、周期的パターンによって提供される前記出力電圧は、前記入力電圧源の電圧に  $N$  を掛けて  $N - P$  で割った値に等しいことを特徴とする、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

各第 1 の正の値、第 2 の正の値及び第 3 の正の値は、前記入力電圧を、それぞれ各第 1 の周期的パターン、第 2 の周期的パターン及び第 3 の周期的パターンの前記  $N$  から前記  $P$  を引いた値で割った値に等しいことを特徴とする、請求項 7 又は 8 に記載の方法。

【請求項 11】

前記昇圧コンバーターは 3 つのブリッジ装置からなり、 $k_1$  は 2 に等しく、 $k_2$  は 3 に等しく、 $k_3$  は 4 に等しく、 $p_1$  は 1 に等しく、 $p_2$  は 2 に等しく、 $p_3$  は 4 に等しいことを特徴とする、請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 12】

時間間隔の数は、5 ~ 10 に含まれる整数であることを特徴とする、請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 13】

直列に接続された n 個のブリッジ装置からなる昇圧コンバーターの出力電圧を制御する装置であって、各ブリッジ装置は複数のスイッチ及びコンデンサーからなり、該スイッチは少なくとも 3 つの周期的パターンからの 1 つの第 1 の周期的パターンによって制御され、各周期的パターンは時間間隔に分解される、装置において、

前記第 1 の周期的パターンの各時間間隔において、各 i 番目 ( i は 1 ~ n である ) のブリッジ装置の入力と出力との間の電圧は、ゼロ値か、整数  $k_i$  に第 1 の正の値を掛けた値か、又は前記整数  $k_i$  のマイナスの値に前記第 1 の正の値を掛けた値に等しく、

少なくとも 1 つの第 2 の周期的パターンの各時間間隔において、各 i 番目 ( i は 1 ~ n である ) のブリッジ装置の入力と出力との間の電圧は、ゼロ値か、前記整数  $k_i$  に少なくとも 1 つの第 2 の正の値を掛けた値か、又は前記整数  $k_i$  のマイナスの値に前記少なくとも 1 つの第 2 の正の値を掛けた値に等しく、

少なくとも 1 つの第 3 の周期的パターンの各時間間隔において、各 i 番目 ( i は 1 ~ n である ) のブリッジ装置の前記入力と前記出力との間の電圧は、ゼロ値か、整数  $p_i$  に少なくとも 1 つの第 3 の正の値を掛けた値か、又は前記整数  $p_i$  のマイナスの値に前記少なくとも 1 つの第 3 の正の値を掛けた値に等しく、

少なくとも 1 つの前記整数  $k_i$  は前記整数  $p_i$  とは異なり、

該出力電圧を制御する装置は、

使用可能な周期的パターンの中から 1 つの第 1 の周期的パターンを選択する手段と、

10

20

30

40

50

前記昇圧コンバーターの入力における電圧を測定する手段と、

前記  $n$  個のブリッジ装置からなる前記昇圧コンバーターによって入力電圧を昇圧しなければならぬ出力電圧の所望の範囲を得る手段であって、前記範囲は、最小電圧値である第 1 の閾値及び最大電圧値である第 2 の閾値からなる、手段と、

現在選択されている周期的パターンを使用して、前記入力電圧が昇圧されなければならない期待出力電圧を得る手段と、

出力電圧  $V_{out} = V_{in} / (1 - D)$  (但し、 $V_{in}$  は前記入力電圧であり、 $D$  は選択された前記第 1 の周期的パターンのデューティサイクルである) を求めるとともに、前記求められた出力電圧  $V_{out}$  が、前記第 1 の閾値を下回るか、又は前記第 2 の閾値を上回るか検査することによって、周期的パターンが選択される必要があるか否かを検査する手段と、

10

前記求められた出力電圧  $V_{out}$  が、前記第 1 の閾値を下回るか、又は前記第 2 の閾値を上回る場合に、昇圧された電圧が、前記期待出力電圧に近く、かつ前記第 1 及び第 2 の閾値の間からなる前記出力電圧の所望の範囲内にある、少なくとも 1 つのデューティサイクルを、メモリーに格納されているデューティサイクルの中から選択し、前記求められた出力電圧  $V_{out}$  が、前記第 1 の閾値を上回り、かつ前記第 2 の閾値を下回る場合に、前記選択された第 1 の周期的パターンを維持する手段と、

前記選択されたデューティサイクルのうち 1 つに対応する 1 つの周期的パターンを選択する手段と、

前記選択された周期的パターンに従って前記スイッチを制御する手段と、  
を具備することを特徴とする、装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、包括的には、昇圧コンバーター (boost converter : ブーストコンバーター) の出力電圧を制御する方法及び装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の DC / DC コンバーターは、直流を第 1 の電圧から第 1 の電圧よりも大きいか又は小さい第 2 の電圧に変換するために、インダクターを使用する。

30

【0003】

インダクターは、磁界 (電流) の形態でエネルギーを蓄積するために用いられるが、多くの欠点を有する。インダクターは重量があり、主に銅材料からなるためコストが比較的重要である。

【0004】

インダクターに取って代わるためのスイッチとコンデンサーとの組合せはすでに提案されている。

【0005】

たとえば、DC / DC コンバーター又は昇圧コンバーターとしても知られる、複数のブリッジ装置からなるチャージポンプは、エネルギー蓄積素子としてコンデンサーを用いる。エネルギー蓄積素子としてインダクターも用いる誘導性スイッチング DC / DC コンバーターと比較した場合、チャージポンプは、いくつかのエンドユーザー応用に対してそれを魅力的なものとする独自の特徴を提供する。

40

【0006】

連続電流モード (CCM: Continuous Current Mode) で動作しているときの昇圧コンバーターは、 $D$  が昇圧コンバーターの主スイッチのデューティサイクル (0 ~ 1) である場合、比  $r = V_{out} / V_{in} = 1 / (1 - D)$  だけ入力の電圧を上昇させる。

【0007】

従来の昇圧コンバーターと複数のブリッジ装置からなる昇圧コンバーターとの主な相違は、後者が電圧昇圧比のいくつかの離散的な値しか達成することができないという事実に

50

よる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

たとえば、太陽電池の応用では、ソーラーモジュールによって提供される電力を、最適な入力電圧レベルに対応する最大電力値に維持できないので、複数のブリッジ装置からなる昇圧コンバーターとして大きい入力電圧変動が許容できないことがある。

【0009】

本発明は、多数の電圧昇圧比で機能することができる複数のブリッジ装置からなる昇圧コンバーターを提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0010】

その目的のために、本発明は、直列に接続された $n$ 個のブリッジ装置からなる昇圧コンバーターの出力電圧を制御する方法であって、各ブリッジ装置は複数のスイッチ及びコンデンサーからなり、該スイッチは少なくとも3つの周期的パターンからの1つの第1の周期的パターンによって制御され、各周期的パターンは時間間隔に分解される、方法において、

前記第1の周期的パターン及び少なくとも1つの第2の周期的パターンの各時間間隔において、各 $i$ 番目 ( $i$ は $1 \sim n$ である)のブリッジ装置の入力と出力との間の電圧は、ゼロ値か、整数 $k_i$ に第1の正の値及び少なくとも1つの第2の正の値を掛けた値か、又は前記数 $k_i$ のマイナスの値に前記第1の正の値及び前記少なくとも1つの第2の正の値を掛けた値に等しく、

20

少なくとも1つの第3の周期的パターンの各時間間隔において、各 $i$ 番目 ( $i$ は $1 \sim n$ である)のブリッジ装置の前記入力と前記出力との間の電圧は、ゼロ値か、整数 $p_i$ に少なくとも1つの第3の正の値を掛けた値か、又は前記数 $p_i$ のマイナスの値に前記少なくとも1つの第3の正の値を掛けた値に等しく、

少なくとも1つの数 $k_i$ は前記数 $p_i$ とは異なり、

該方法は、

周期的パターンが選択されなければならないことを検出するステップと、

1つの周期的パターンを選択するステップと、

前記選択された周期的パターンに従って前記スイッチを制御するステップと、

を含むことを特徴とする、方法に関する。

30

【0011】

本発明はまた、直列に接続された $n$ 個のブリッジ装置からなる昇圧コンバーターの出力電圧を制御する装置であって、各ブリッジ装置は複数のスイッチ及びコンデンサーからなり、該スイッチは少なくとも3つの周期的パターンからの1つの第1の周期的パターンによって制御され、各周期的パターンは時間間隔に分解される、装置において、

前記第1の周期的パターン及び少なくとも1つの第2の周期的パターンの各時間間隔において、各 $i$ 番目 ( $i$ は $1 \sim n$ である)のブリッジ装置の入力と出力との間の電圧は、ゼロ値か、整数 $k_i$ に第1の正の値及び少なくとも1つの第2の正の値を掛けた値か、又は前記数 $k_i$ のマイナスの値に前記第1の正の値及び前記少なくとも1つの第2の正の値を掛けた値に等しく、

40

少なくとも1つの第3の周期的パターンの各時間間隔において、各 $i$ 番目 ( $i$ は $1 \sim n$ である)のブリッジ装置の前記入力と前記出力との間の電圧は、ゼロ値か、整数 $p_i$ に少なくとも1つの第3の正の値を掛けた値か、又は前記数 $p_i$ のマイナスの値に前記少なくとも1つの第3の正の値を掛けた値に等しく、

少なくとも1つの数 $k_i$ は前記数 $p_i$ とは異なり、

該出力電圧を制御する装置は、

周期的パターンが選択されなければならないことを検出する手段と、

1つの周期的パターンを選択する手段と、

50

前記選択された周期的パターンに従って前記スイッチを制御する手段と、を具備することを特徴とする、装置にも関する。

【0012】

したがって、 $n$ 個のブリッジ装置からなる昇圧コンバーターは、その入力電力レベル及び出力電力レベルを柔軟な数の入力電圧レベル及び出力電圧レベルに適合させることができる。

【0013】

さらに、多くの変換昇圧比を実現することができる。

【0014】

特定の特徴によれば、前記周期的パターンが選択されなければならないことの検出は、前記第1の周期的パターンが、第1の閾値よりも低いか又は第2の閾値よりも高い出力電圧値を提供するか否かを検査することによって実行される。

10

【0015】

したがって、 $n$ 個のブリッジ装置からなる昇圧コンバーターの出力電圧を、出力電圧値の所望の範囲に維持することができ、出力電圧値の範囲を、 $n$ 個のブリッジ装置からなる昇圧コンバーターによって供給される電力を消費する負荷端子の需要に容易に適合させることができる。

【0016】

特定の特徴によれば、1つの第3の周期的パターンが、前記第1の閾値よりも高くかつ前記第2の閾値よりも低く、かつ前記第1の閾値よりも高くかつ前記第2の閾値よりも低い出力電圧を提供する前記又は各第2の周期的パターンによって提供される前記出力電圧よりも期待出力電圧値に近い出力電圧値を提供する場合、前記選択された周期的パターンは、前記第3の周期的パターンである。

20

【0017】

したがって、第1のパターンと同じ $k_i$ 値を有する周期的パターンが一切、範囲内の電圧を提供することができない場合であっても、 $n$ 個のブリッジ装置からなる昇圧コンバーターの出力電圧を、第3の周期的パターンを用いることによって範囲内に維持することができる。

【0018】

さらに、第1のパターンと同じ $k_i$ 値を有する1つの周期的パターンが範囲内の電圧を提供することができるが、この電圧が期待電圧値に対してより遠い場合、第3の周期的パターンにより、範囲内であると共に期待値により近い電圧値を提供することができる。

30

【0019】

特定の特徴によれば、1つの第2の周期的パターンが、前記第1の閾値よりも高く、前記第2の閾値よりも低く、かつ前記少なくとも1つの第3の周期的パターンによって提供される1つ又は複数の電圧と少なくとも同程度期待出力電圧値に近い、出力電圧値を提供する場合、前記選択された周期的パターンは、前記第2の周期的パターンである。

【0020】

したがって、 $n$ 個のブリッジ装置からなる昇圧コンバーターの出力電圧を、 $k_i$ 値とは異なる少なくとも1つの $p_i$ 値を有する周期的パターンを用いる必要なしに、範囲内に維持することができる。第3の周期的パターンによって提供される電圧に収束するために必要なブリッジコンデンサの充電/放電はより小さくなる。周期的パターンの間の遷移は、1つの第3の周期的パターンが選択された場合より短い時間で実行される。

40

【0021】

特定の特徴によれば、前記期待電圧値は前記第2の閾値に等しい。

【0022】

したがって、範囲内にある間に最大出力電圧を実現することができ、 $n$ 個のブリッジ装置からなる昇圧コンバーターによって供給される電力を消費する負荷端子の効率が最適化される。

【0023】

50

特定の特徴によれば、各周期的パターンの複数の時間間隔にわたって、1つのブリッジ装置の前記入力と前記出力との間の電圧の合計はゼロ値に等しい。

【0024】

したがって、各周期的パターンにわたり太陽電池モジュール等の定電流源によって供給される電流は、各周期的パターンにわたりブリッジ装置のコンデンサーを等しく充放電し、コンデンサーの電圧は安定しており、定電流源を想定して放電しない。

【0025】

特定の特徴によれば、

第1のブリッジ装置は、 $n$ 個のブリッジ装置からなる前記昇圧コンバーターによって昇圧される電源の端子のうちの1つに接続され、最後のブリッジ装置の前記スイッチのうち  
10  
の1つは、 $n$ 個のブリッジ装置からなる前記昇圧コンバーターによって昇圧される前記電源の他の端子に接続されるか、又は

前記第1のブリッジ装置は、 $n$ 個のブリッジ装置からなる前記昇圧コンバーターによって昇圧される電源の前記端子のうちの1つに接続され、 $n$ 個のブリッジ装置からなる前記昇圧コンバーターは、少なくとも、前記最後のブリッジ装置に接続されると共に、 $n$ 個のブリッジ装置からなる前記昇圧コンバーターによって昇圧される前記電源の前記他の端子に接続されるスイッチをさらに備える。

【0026】

したがって、 $n$ 個のブリッジ装置からなる昇圧コンバーターによって昇圧される電源の他の端子に接続されたスイッチが、従来の昇圧コンバーターのスイッチとして作用する。  
20  
スイッチが開成されると、 $n$ 個のブリッジ装置からなる昇圧コンバーターは、そのコンデンサーに電荷を蓄積し、その後、電荷は、スイッチが開成された際に出力端子に放電される。

【0027】

特定の特徴によれば、前記周期的パターンの時間間隔の第1のサブセットにおける任意の時間間隔について、 $n$ 個のブリッジ装置からなる前記昇圧コンバーターによって昇圧される前記電源の前記他の端子に接続される前記スイッチは、前記第1のサブセットの前記時間間隔中、導通しており、前記第1のサブセットの前記時間間隔中の前記ブリッジ装置の前記入力と前記出力との間の前記電圧の合計は、整数 $Kp$ に前記正の値を掛けた値に等しい。  
30

【0028】

したがって、入力電圧は、主スイッチが導通しているとき、出力電圧に $Kp$ を掛けて、選択された周期的パターンの時間間隔の数 $N$ で割った値をとることができる。

【0029】

特定の特徴によれば、1つの周期的パターンの時間間隔の第2のサブセットにおける任意の時間間隔について、 $n$ 個のブリッジ装置からなる前記昇圧コンバーターによって昇圧される前記電源の前記他の端子に接続される前記スイッチは、前記第2のサブセットの前記時間間隔中、導通しておらず、前記第2のサブセットの前記時間間隔中の前記ブリッジ装置の前記入力と前記出力との間の前記電圧の合計は、非ゼロの整数 $P$ に前記第1の正の値を掛けた値のマイナス値に等しい。  
40

【0030】

したがって、入力電圧は、主スイッチが導通していないとき、出力電圧に $(N - P)$ を掛けて、選択された周期的パターンの時間間隔の数 $N$ で割った値をとることができる。

【0031】

特定の特徴によれば、前記時間間隔の第1のサブセットは $Kp$ 個の時間間隔を含み、前記第2のサブセットは $P$ 個の時間間隔を含み、前記数 $Kp$ は、前記周期的パターンの時間間隔の数から数 $P$ を引いた値に等しい。

【0032】

したがって、入力電圧は、前記周期的パターンのすべての時間間隔において出力電圧に $N - P$ を掛けて $N$ で割った値をとることができ、 $n$ 個のブリッジ装置からなる前記昇圧コ  
50

ンバーターは、 $N$ を $N - P$ で割った値に等しい昇圧比を実行することができる。ここで、 $N$ 及び $P$ は、所望の昇圧比を実現するように柔軟に選択され得る。

【0033】

その結果、 $n$ 個のブリッジ装置からなる前記昇圧コンバーターで達成することができる昇圧比の数が大きく増大する。そして、昇圧比の数が増大すると出力電圧の調節を達成することがより容易になる。

【0034】

特定の特徴によれば、 $n$ 個のブリッジ装置からなる前記昇圧コンバーターの前記入力は、入力電圧源に接続され、周期的パターンによって提供される前記電圧は、前記入力電圧源の電圧に $N$ を掛けて $N - P$ で割った値に等しい。

10

【0035】

したがって、各周期的パターンによって提供される電圧を求めることは非常に簡単であり、周期的パターンを選択するステップが簡略化される。

【0036】

特定の特徴によれば、各第1の正の値、第2の正の値及び第3の正の値は、前記入力電圧値を、それぞれ各第1の周期的パターン、第2の周期的パターン及び第3の周期的パターンの数 $N$ から数 $P$ を引いた値で割った値に等しい。

【0037】

したがって、正の値は入力電圧値から容易に求められることができる。

【0038】

20

特定の特徴によれば、 $n$ 個のブリッジ装置からなる前記昇圧コンバーターの前記入力は、入力太陽電池電源に接続され、周期的パターンによって提供される前記電圧は、前記太陽電池電源の最大電力点に $N$ を掛けて $N - P$ で割った値に等しい。

【0039】

したがって、各周期的パターンによって提供される電圧を求めることは非常に簡単であり、周期的パターンを選択するステップが簡略化される。

【0040】

特定の特徴によれば、前記昇圧コンバーターは3つのブリッジ装置からなり、 $k_1$ は2に等しく、 $k_2$ は3に等しく、 $k_3$ は4に等しく、 $p_1$ は1に等しく、 $p_2$ は2に等しく、 $p_3$ は4に等しい。

30

【0041】

したがって、各時間間隔中のブリッジ装置の入力と出力との間の電圧の合計を、第1の正の値の9倍から-9倍の間に含まれる任意の整数となるように調整することができるように、第1の周期的パターンを設計することができる。

【0042】

さらに、第1の周期的パターンの非常に高い昇圧比10:1及び非常に低い昇圧比10:9、並びに多数の第3の周期的パターンの昇圧比から利益を得ることができる。3つのブリッジ装置からなる昇圧コンバーターの適用範囲が拡大される。

【0043】

特定の特徴によれば、時間間隔の数は、5~10に含まれる整数である。

40

【0044】

したがって、3つのブリッジ装置からなる昇圧コンバーターは、10/1及び10/9に等しい昇圧比を実行することができる。昇圧コンバーターで達成することができる昇圧比の数が2だけ増大する。昇圧比の範囲が[0.875 8]から[0.9 10]まで拡大される。

【0045】

本発明の特徴は、実施形態例の以下の説明を読むことによってより明確になる。上記説明は、添付図面を参照して行う。

【図面の簡単な説明】

【0046】

50

【図 1 a】3つのブリッジ装置からなる昇圧コンバーターの第 1 の例の図である。

【図 1 b】3つのブリッジ装置からなる昇圧コンバーターの第 2 の例の図である。

【図 2】昇圧コンバーターを備える装置の一例を表す図である。

【図 3 a】 $k_1$ が 2 に等しく、 $k_2$ が 3 に等しく、 $k_3$ が 4 に等しい場合の、本発明による第 1 の周期的パターン又は少なくとも 1 つの第 2 の周期的パターンによって提供することができる種々の昇圧比を表す表である。

【図 3 b】 $p_1$ が 1 に等しく、 $p_2$ が 2 に等しく、 $p_3$ が 4 に等しい場合の、本発明による少なくとも 1 つの第 3 の周期的パターンによって提供することができる種々の昇圧比を表す表である。

【図 4 a】3つのブリッジ装置からなる昇圧コンバーターのブリッジにおいて種々の電圧を得るための、3つのブリッジ装置からなる昇圧コンバーターの第 1 の例のスイッチのスイッチング状態を表す表である。 10

【図 4 b】3つのブリッジ装置からなる昇圧コンバーターのブリッジにおいて種々の電圧を得るための、3つのブリッジ装置からなる昇圧コンバーターの第 2 の例のスイッチのスイッチング状態を表す表である。

【図 5 a】第 1 の周期的パターン又は少なくとも 1 つの第 2 の周期的パターンが 10 個の時間間隔に分解される場合に種々の昇圧比を有するための、3つのブリッジ装置からなる昇圧コンバーターのブリッジにおける電圧値の例の図である。

【図 5 b】第 1 の周期的パターン又は少なくとも 1 つの第 2 の周期的パターンが 10 個の時間間隔に分解される場合に種々の昇圧比を有するための、3つのブリッジ装置からなる昇圧コンバーターのブリッジにおける電圧値の例の図である。 20

【図 6 a】第 1 の周期的パターン又は少なくとも 1 つの第 2 の周期的パターンが 8 つの時間間隔に分解される場合に種々の昇圧比を有するための、3つのブリッジ装置からなる昇圧コンバーターのブリッジにおける電圧値の例の図である。

【図 6 b】第 1 の周期的パターン又は少なくとも 1 つの第 2 の周期的パターンが 8 つの時間間隔に分解される場合に種々の昇圧比を有するための、3つのブリッジ装置からなる昇圧コンバーターのブリッジにおける電圧値の例の図である。

【図 6 c】第 1 の周期的パターン又は少なくとも 1 つの第 2 の周期的パターンが 8 つの時間間隔に分解される場合に種々の昇圧比を有するための、3つのブリッジ装置からなる昇圧コンバーターのブリッジにおける電圧値の例の図である。 30

【図 6 d】第 1 の周期的パターン又は少なくとも 1 つの第 2 の周期的パターンが 8 つの時間間隔に分解される場合に種々の昇圧比を有するための、3つのブリッジ装置からなる昇圧コンバーターのブリッジにおける電圧値の例の図である。

【図 7 a】第 1 の周期的パターン又は少なくとも 1 つの第 2 の周期的パターンが 7 つの時間間隔に分解される場合に種々の昇圧比を有するための、3つのブリッジ装置からなる昇圧コンバーターのブリッジにおける電圧値の例の図である。

【図 7 b】第 1 の周期的パターン又は少なくとも 1 つの第 2 の周期的パターンが 7 つの時間間隔に分解される場合に種々の昇圧比を有するための、3つのブリッジ装置からなる昇圧コンバーターのブリッジにおける電圧値の例の図である。

【図 8 a】第 1 の周期的パターン又は少なくとも 1 つの第 2 の周期的パターンが 6 つの時間間隔に分解される場合に種々の昇圧比を有するための、3つのブリッジ装置からなる昇圧コンバーターのブリッジにおける電圧値の例の図である。 40

【図 8 b】第 1 の周期的パターン又は少なくとも 1 つの第 2 の周期的パターンが 6 つの時間間隔に分解される場合に種々の昇圧比を有するための、3つのブリッジ装置からなる昇圧コンバーターのブリッジにおける電圧値の例の図である。

【図 9 a】第 1 の周期的パターン又は少なくとも 1 つの第 2 の周期的パターンが 5 つの時間間隔に分解される場合に種々の昇圧比を有するための、3つのブリッジ装置からなる昇圧コンバーターのブリッジにおける電圧値の例の図である。

【図 9 b】第 1 の周期的パターン又は少なくとも 1 つの第 2 の周期的パターンが 5 つの時間間隔に分解される場合に種々の昇圧比を有するための、3つのブリッジ装置からなる昇 50

圧コンバーターのブリッジにおける電圧値の例の図である。

【図 9 c】第 1 の周期的パターン又は少なくとも 1 つの第 2 の周期的パターンが 5 つの時間間隔に分解される場合に種々の昇圧比を有するための、3 つのブリッジ装置からなる昇圧コンバーターのブリッジにおける電圧値の例の図である。

【図 9 d】第 1 の周期的パターン又は少なくとも 1 つの第 2 の周期的パターンが 5 つの時間間隔に分解される場合に種々の昇圧比を有するための、3 つのブリッジ装置からなる昇圧コンバーターのブリッジにおける電圧値の例の図である。

【図 10 a】少なくとも 1 つの第 3 の周期的パターンが選択される場合に種々の昇圧比を有するための、3 つのブリッジ装置からなる昇圧コンバーターのブリッジにおける電圧値の例の図である。

10

【図 10 b】少なくとも 1 つの第 3 の周期的パターンが選択される場合に種々の昇圧比を有するための、3 つのブリッジ装置からなる昇圧コンバーターのブリッジにおける電圧値の例の図である。

【図 11】本発明による 3 つのブリッジ装置からなる昇圧コンバーターに対していずれの周期的パターンを選択しなければならないかを判断するアルゴリズムの一例の図である。

【発明を実施するための形態】

【0047】

図 1 a は、3 つのブリッジ装置からなる昇圧コンバーターの第 1 の例である。

【0048】

3 つのブリッジ装置からなる昇圧コンバーターは、リアクトルレス昇圧コンバーター ( Reactor Less Boost Converter ) と呼ばれ、本明細書では R L B C コンバーターと呼ぶ。

20

【0049】

図 1 a では、3 つのビットすなわちブリッジ装置 B 1、B 2 及び B 3 が示され、直列に接続されており、第 3 のビット B 3 は出力段に接続されている。

【0050】

ここで、ブリッジ装置は 3 より多くても、少なくとも良いことが留意されなければならない。

【0051】

基本的に、従来の DC / DC 昇圧コンバーターのインダクターは、直列に接続される「n」個のブリッジ装置に置き換えられる。各ブリッジ装置は、図 1 a に示すように 4 つのスイッチ及びコンデンサーからなる。ここでは、2 つのスイッチは、スイッチとして作用するダイオードの形態とすることができることが留意されなければならない。この個々のブリッジ構造は「ビット」とも呼ばれる。3 つのブリッジ装置からなる昇圧コンバーターは、ダイオード D 4 及びスイッチ S 4 を備える出力段も有する。

30

【0052】

ビット B 1 は、2 つのダイオード D 1 1 及び D 1 2、2 つのスイッチ S 1 1 及び S 1 2 並びに 1 つのコンデンサー C 1 からなる。

【0053】

ビット B 2 は、2 つのダイオード D 2 1 及び D 2 2、2 つのスイッチ S 2 1 及び S 2 2 並びに 1 つのコンデンサー C 2 からなる。

40

【0054】

ビット B 3 は、2 つのダイオード D 3 1 及び D 3 2、2 つのスイッチ S 3 1 及び S 3 2 並びに 1 つのコンデンサー C 3 からなる。

【0055】

出力段はコンデンサー C L にも接続されている。

【0056】

各ビット B i ( i = 1、2 又は 3 ) について、ダイオード D i 1 のアノードは、スイッチ S i 1 の第 1 の端子に連結されている。D i 1 のカソードは、スイッチ S i 2 の第 1 の端子及びコンデンサー C i の正の端子に連結されている。スイッチ S i 1 の第 2 の端子は

50

、コンデンサー  $C_i$  の負の端子及びダイオード  $D_{i2}$  のアノードに連結されている。ダイオード  $D_{i2}$  のカソードは、スイッチ  $S_{i2}$  の第2の端子に連結されている。

【0057】

光起電素子  $PV$  のような直流電気提供手段が、入力電圧  $V_{in}$  を提供する。直流電気提供手段の正の端子は、ダイオード  $D_{11}$  のアノードに接続されている。

【0058】

ダイオード  $D_{12}$  のカソードはダイオード  $D_{21}$  のアノードに接続されている。

【0059】

ダイオード  $D_{22}$  のカソードはダイオード  $D_{31}$  のアノードに接続されている。

【0060】

ダイオード  $D_{32}$  のカソードは、スイッチ  $S_4$  の第1の端子及びダイオード  $D_4$  のアノードに連結されている。 $D_4$  のカソードはコンデンサー  $C_L$  の正の端子に連結されている。スイッチ  $S_4$  の第2の端子はコンデンサー  $C_L$  の負の端子及び直流電気提供手段の負の端子に連結されている。

【0061】

コンデンサー  $C_L$  における電圧は  $V_{out}$  に等しい。

【0062】

$B_1$  の入力と出力との間の電圧の差を  $V_{b1}$  と呼び、 $B_2$  の入力と出力との電圧の差を  $V_{b2}$  と呼び、 $B_3$  の入力と出力との電圧の差を  $V_{b3}$  と呼ぶ。

【0063】

$C_1$  における電圧の差を  $V_{c1}$  と呼び、 $C_2$  における電圧の差を  $V_{c2}$  と呼び、 $C_3$  における電圧の差を  $V_{c3}$  と呼ぶ。

【0064】

従来の昇圧コンバーターと  $RLBC$  との主な相違は、後者が、利用可能な「ビット」の数に依存する電圧昇圧比（したがって比 =  $1 / (1 - D)$  である場合のデューティサイクル  $D$  の値）のいくつかの離散的な値しか達成することができないという事実による。

【0065】

典型的には、この昇圧比の離散的な値の数は、以下の法則に従う。

$$n_{ratios} = 2^n$$

式中、「 $n_{ratios}$ 」は、あり得る昇圧比（又はデューティサイクル）の総数であり、「 $n$ 」は直列に接続されるビットの数である。

【0066】

従来技術によれば、各ビットに課される電圧値は、以下の法則に従う。

$$[V_{c1} : V_{c2} : V_{cn}] = [1 : 2 : \dots : 2^{(n-1)}] V_{out} / 2^n$$

式中、「 $V_{out}$ 」は昇圧された出力電圧である。同様に、あり得る比及び結果としてのデューティサイクル ( $D$ ) は以下の法則に従う。

$$ratio_i = 2^n / (2^n - j), i = 1, 2, \dots, n_{ratios} \text{ 及び } j = i - 1$$

$$D_i = 1 - 1 / ratio_i, i = 1, 2, \dots, n_{ratios}$$

【0067】

最後に、一定の出力電圧を得るために、以下の法則に従う、「 $n_{ratios}$ 」個の種々の入力電圧を有することができる。

$$V_{in} = V_{out} / ratio_i, i = 1, 2, \dots, n_{ratios}$$

【0068】

コンバーターの正確な動作を保証するために、これら「 $n_{ratios}$ 」個の可能性のすべてに対して、以下の関係が守られる。

【数1】

$$\sum_{i=1}^k V_{ci} = V_{out} * (1 - 1 / (n_{ratios})), i = 1, 2, \dots, N.$$

【0069】

10

20

30

40

50

図1の  $n = 3$  ビットの場合、 $[V_{c1} : V_{c2} : V_{c3}] = [1 : 2 : 4] V_{ref} = [1 : 2 : 4] V_{out} / 8$  である。

【0070】

各ブリッジ  $B_i$  のスイッチのスイッチングパターンは、ブリッジのコネクタにおいて、 $V_{ci}$  がコンデンサー  $C_i$  の電圧である場合に  $+V_{ci}$ 、 $-V_{ci}$  又は 0 に等しい電圧  $V_{bi}$  を提供するように定義される。

さらに、各ビット  $B_i$  のスイッチングパターンは、主スイッチ周期  $T = 1/f$  の  $2^n$  個の等しい連続したサブ周期  $T$  として適時に定義される。 $[1 : 2 : 4]$  の増倍係数を提供する周期的パターンで作動する R L B C にはいくつかの欠点がある。

【0071】

こうした場合、「 $2^n$ 」個のあり得る離散的な比 / デューティサイクルしか実現することができない。 $n = 3$  ビットの場合、8つの異なる昇圧比しか可能でない。したがって、出力電圧の調節は実現することが困難になる。デューティサイクルを平滑に選択することができないため、出力電圧を、所与の入力電圧の範囲に対して極めて広い範囲で調節しなければならない。しかしながら、昇圧コンバーターの出力電圧の範囲は、例えばインバーター等の特定の応用について広くすることができない。

【0072】

$V_{ci}$  電圧は、各離散的なデューティサイクルに対して確定的に定義される ( $V_{ci} = 2^{i-1} * V_{out} / 8$ )。これにより、定格が最大電圧レベルである構成要素を有するように電源回路を設計する柔軟性が残らない。高い定格電圧レベルである構成要素を選択することにより、回路のコストが増大する可能性があり、構成要素のスイッチング電力損失も増大する可能性がある。

【0073】

各コンデンサーの充放電パターンは、所与のデューティサイクルに対して固定され、コンデンサー間で異なり、各ビットを通過する R M S 電流レベルが高レベルになる場合がある。電流の R M S レベルが高いことにより、通常、コンデンサーの寿命が劣化する。

【0074】

本発明は、種々の昇圧比の数を増大させることを目的とする。

【0075】

本発明は、複数のビット、たとえば3つのビット  $B_1$ 、 $B_2$  及び  $B_3$  からなる R L B C に対する新しいスイッチ制御パターンを提案し、該スイッチ制御パターンでは、選択された周期的パターンが少なくとも1つの第2の周期的パターン又は少なくとも1つの第3の周期的パターンである場合に、ビットの少なくとも1つのコンデンサーの電圧値は異なったものとすることができる。

たとえば、3つのビットからなる R L B C に関して、選択された周期的パターンが少なくとも1つの第2の周期的パターンである場合、 $[V_{c1} : V_{c2} : V_{c3}]$  を  $[2 : 3 : 4] V_{ref}$  に等しいものとすることができ、選択された周期的パターンが少なくとも1つの第3の周期的パターンである場合、 $[V_{c1} : V_{c2} : V_{c3}]$  を  $[1 : 2 : 4] V_{ref}$  に等しいものとすることができる。

【0076】

ここで、R L B C 回路のスイッチングコマンド法則を定義する。基本的に、各ビット電圧  $V_{b1} \dots V_{b3}$  は以下の式によって時間の関数として表わされる。

【数2】

$$V_{bi} = \sum_{j=1}^N V_{bij} \Lambda(t - j\Delta T)$$

ここで、 $i = 1 \sim 3$  である。

【0077】

ここで、 $\Lambda(t)$  は、時間間隔幅  $T$  のステップ関数を表す。スイッチの制御コマンド法則に関して、 $S_{i1}$ 、 $S_{i2}$  は自身の値を  $\{0; 1\}$  にとることができ、電圧  $V_{bij}$

10

20

30

40

50

は、以下の法則に従って、j 番目の時間間隔  $T_j$  において  $\{-V_{ci}, 0; V_{ci}\}$  の値をとる。

$$i, j = 1 - S_{i1j} - S_{i2j}$$

【0078】

$S_{i1j}$  及び  $S_{i2j}$  は、j 番目の時間間隔  $T_j$  においてスイッチ  $S_{i1j}$  及び  $S_{i2}$  が ON 状態すなわち導通状態であるときは 1 に等しく、j 番目の時間間隔  $T_j$  においてスイッチ  $S_{i1j}$  及び  $S_{i2}$  が OFF 状態すなわち非導通状態であるときはゼロ値に等しい。

【0079】

さらに  $V_{bij}$  が基準電圧数値の整数倍として定義されるとすると、以下の式が得られる。

$$V_{bij} = i_j 2^{i-1} V_{ref}$$

【0080】

ここで、導通モード ( $S_4 = 1$ ) において RLC 回路の電圧平衡条件を適用した場合、以下の式が得られる。

【数3】

$$\forall j \leq P \quad V_{in} = \sum_i V_{bij}$$

【0081】

ここで、不連続モード ( $S_4 = 0$ ) において RLC 回路の電圧平衡条件を適用した場合、以下の式が得られる。

【数4】

$$\forall j > P \quad V_{in} = \sum_i V_{bij} + V_{out}$$

【0082】

定常状態分析において、各コンデンサ充電の平衡を検証すべきであり、これを以下の式によって表すことができる。

【数5】

$$\forall i \leq K \quad \sum_{j=1}^N \epsilon_{ij} = 0$$

【0083】

上記条件が満たされると、以下の項を計算する場合に昇圧挙動を検証することができる。

【数6】

$$\sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^n V_{bij} = \sum_{j=1}^P \sum_{i=1}^n V_{bij} + \sum_{j=P+1}^N \sum_{i=1}^n V_{bij} = P(V_{in}) + (N - P)(V_{in} - V_{out})$$

$$= (P - N)V_{out} + NV_{in}$$

$$\sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^n V_{bij} = \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^n 2^{i-1} V_{ref} \epsilon_{ij} = \sum_{i=1}^n 2^{i-1} V_{ref} \sum_{j=1}^N \epsilon_{ij} = 0$$

$$V_{out} = \frac{N}{N - P} V_{in}$$

【0084】

ここで n はビットの数に等しい。

【0085】

これにより、条件

10

20

30

40

【数 7】

$$V_{in} - \sum_i V_{bij} = 0$$

【数 8】

$$V_{in} = \sum_i V_{bij} + V_{out}$$

及び

【数 9】

$$\sum_{j=1}^N \varepsilon_{ij} = 0$$

10

が満たされると、比  $D = N / N - P$  の昇圧変換を実現することができることが分かる。

【数 10】

$$\forall j \leq P \quad \sum_i V_{bij} = V_{ref} \sum_i \varepsilon_{ij} k_i = V_{in} \quad (a)$$

$$\forall j > P \quad \sum_i V_{bij} = V_{ref} \sum_i \varepsilon_{ij} k_i = V_{in} - V_{out} = \frac{-P}{N} V_{out} \quad (b)$$

ここで、第 1 の周期的パターン及び少なくとも 1 つの第 2 の周期的パターンの場合、 $k_i = 2, 3$  又は 4 であり、少なくとも 1 つの第 3 の周期的パターンの場合、 $p_i = 1, 2$  又は 4 である。

【0086】

ここで、以下の項  $\Omega_j$  を導入する。

【数 11】

$$\Omega_j = \sum_i k_i \varepsilon_{ij}$$

【0087】

(a) 及び (b) から、以下の式を得ることができる。

【数 12】

$$\forall j \leq P, \Omega_j = V_{in} / V_{ref} = \alpha (N - P)$$

$$\forall j > P, \Omega_j = -\frac{P}{N - P} V_{in} / V_{ref} = -P\alpha$$

$$\alpha = \frac{V_{in} / V_{ref}}{N - P}$$

30

【0088】

$V_{ref}$  を任意に設定することができるため、 $\alpha$  が 1 に等しく、第 1 の周期的パターン及び少なくとも 1 つの第 2 の周期的パターンの場合は  $V_{c1} = 2 V_{ref}$ 、 $V_{c2} = 3 V_{ref}$  及び  $V_{c3} = 4 V_{ref}$ 、少なくとも 1 つの第 3 の周期的パターンの場合は  $V_{c1} = V_{ref}$ 、 $V_{c2} = 2 V_{ref}$  及び  $V_{c3} = 4 V_{ref}$  とするようになれることが留意されるべきである。したがって、スイッチング規則  $\{\varepsilon_{ij}\}$  の組を見つけることで十分である。

40

【数 13】

$$\begin{cases} \forall j \leq P, \Omega_j = N - P \\ \forall j > P, \Omega_j = -P \end{cases}$$

【0089】

$V_{ref}$  をさらに以下のように表すことができることが留意されるべきである。

50

【数 1 4】

$$V_{ref} = \frac{V_{out}}{N}$$

【0 0 9 0】

n 個のビットを有する R L B C のスイッチングパターンに対する解を見つけることは、所与の整数対 { N , P } 及び所与の整数ベクトル K に対して、

( i ) 行列 ( ) が

【数 1 5】

$$\forall i \leq K \sum_{j=1}^N \varepsilon_{ij}$$

10

を検証し、

( i i )

【数 1 6】

$$\vec{\Omega} = (\Omega_1; \Omega_2; \dots; \Omega_N) = (\varepsilon) \vec{K}$$

が、N - P の値の P 個の要素及び値 - P の N - P 個の要素を有する、  
 ような、サイズ ( N x n ) であり要素が { - 1 ; 0 ; 1 } にある行列 ( ) を見つけることにある。

20

【0 0 9 1】

本発明の第 1 の周期的パターン及び少なくとも 1 つの第 2 の周期的パターンに対して、整数ベクトル K は [ 2 3 4 ] であり、図 5 ~ 図 9 に開示する各行列は条件 ( i ) 及び ( i i ) を検証する。

【0 0 9 2】

本発明の少なくとも 1 つの第 3 の周期的パターンに対して、整数ベクトル K は [ 1 2 4 ] であり、図 1 0 に開示する各行列は条件 ( i ) 及び ( i i ) を検証する。

【0 0 9 3】

図 1 b は、3 つのブリッジ装置からなる昇圧コンバーターの第 2 の例である。

【0 0 9 4】

図 1 a に関して開示したように、従来の D C / D C 昇圧コンバーターのインダクターは、直列に接続された 3 に等しい「 n 」個のブリッジ装置に置き換えられる。各ブリッジ装置は、図 1 に示すように 4 つのスイッチ及び 1 つのコンデンサーからなる。この個々のブリッジ構造もまた「ビット」と呼ぶ。

30

【0 0 9 5】

図 1 b では、3 つのビット B 1、B 2 及び B 3 を示す。

【0 0 9 6】

ビット B 1 は、2 つのダイオード D 1 1 及び D 1 2、2 つのスイッチ S 1 1 及び S 1 2 並びに 1 つのコンデンサー C 1 からなる。

【0 0 9 7】

ビット B 2 は、2 つのダイオード D 2 1 及び D 2 2、2 つのスイッチ S 2 1 及び S 2 2 並びに 1 つのコンデンサー C 2 からなる。

40

【0 0 9 8】

ビット B 3 は、2 つのダイオード D 3 1 及び D 3 2'、2 つのスイッチ S 3 1 及び S 3 2' 並びに 1 つのコンデンサー C 3 からなる。

【0 0 9 9】

各ビット B i ( i = 1 又は 2 ) に対して、ダイオード D i 1 のアノードは、スイッチ S i 1 の第 1 の端子に連結されている。D i 1 のカソードは、スイッチ S i 2 の第 1 の端子及びコンデンサー C i の正の端子に連結されている。スイッチ S i 1 の第 2 の端子は、コンデンサー C i の負の端子及びダイオード D i 2 のアノードに連結されている。ダイオー

50

ド  $D_{i2}$  のカソードは、スイッチ  $S_{i2}$  の第 2 の端子に連結されている。

【0100】

ダイオード  $D_{31}$  のアノードはスイッチ  $S_{31}$  の第 1 の端子に連結されている。  $D_{31}$  のカソードはコンデンサー  $C_3$  の正の端子及びダイオード  $D_{32'}$  のアノードに連結されている。スイッチ  $S_{31}$  の第 2 の端子は、コンデンサー  $C_3$  の負の端子及びスイッチ  $S_{32'}$  の第 1 の端子に連結されている。

【0101】

光起電素子  $PV$  のような直流電気提供手段が、入力電圧  $V_{in}$  を提供する。直流電気提供手段の正の端子は、ダイオード  $D_{11}$  のアノードに接続されている。

【0102】

ダイオード  $D_{12}$  のカソードはダイオード  $D_{21}$  のアノードに接続されている。

【0103】

ダイオード  $D_{22}$  のカソードはダイオード  $D_{31}$  のアノードに接続されている。

【0104】

ダイオード  $D_{32'}$  のカソードはコンデンサー  $C_L$  の正の端子に接続されている。

【0105】

コンデンサー  $C_L$  の負の端子及びスイッチ  $S_{32'}$  の第 2 の端子は、直流電気提供手段の負の端子に接続されている。

【0106】

スイッチ  $S_{32'}$  は図 1 a のスイッチ  $S_4$  と同様に作用し、ダイオード  $D_{32'}$  は図 1 a のダイオード  $D_4$  のように作用する。

【0107】

コンデンサー  $C_L$  における電圧は  $V_{out}$  に等しい。

【0108】

$B_1$  の入力と出力との間の電圧の差を  $V_{b1}$  と呼び、  $B_2$  の入力と出力との電圧の差を  $V_{b2}$  と呼び、  $B_3$  の入力と出力との電圧の差を  $V_{b3}$  と呼ぶ。  $V_{b3}$  は、スイッチ  $S_{32'}$  が ON 状態であるときに  $V_{b3}^*$  に等しく、スイッチ  $S_{32'}$  が OFF 状態であるときに  $V_{b3}^{**}$  に等しい。

【0109】

図 2 は、複数のブリッジ装置からなる昇圧コンバーターを備えた装置の一例を表す。

【0110】

装置 20 は、たとえば、バス 201 によって互いに接続された構成要素と、図 11 に開示するようなアルゴリズムに関連するプログラムによって制御されるプロセッサ 200 とに基づくアーキテクチャを有している。

【0111】

ここで、装置 20 は、変形形態では、以下に開示するようにプロセッサ 200 によって実行されるものと同じ動作を実行する 1 つ又はいくつかの専用集積回路の形態で実装されることが留意されなければならない。

【0112】

バス 201 は、プロセッサ 200 を、リードオンリーメモリ  $ROM_{202}$ 、ランダムアクセスメモリ  $RAM_{203}$ 、アナログ/デジタル変換器  $ADC_{206}$  及び図 1 に開示するもののような  $R_LBC$  モジュールに連結する。

【0113】

リードオンリーメモリ  $ROM_{202}$  は、図 11 に開示するようなアルゴリズムに関連するプログラムの命令を含み、それらは、装置 20 に電源が投入された際にランダムアクセスメモリ  $RAM_{203}$  に転送される。

【0114】

リードオンリーメモリ  $ROM_{202}$  は、本発明の図 3 ~ 図 10 に示す表を記憶する。

【0115】

$RAM$  メモリー 203 は、変数を受け取るように意図されたレジスターと、図 11 に開

10

20

30

40

50

示するようなアルゴリズムに関連するプログラムの命令とを含む。

【0116】

アナログ/デジタル変換器206は、RLBCに接続され、入力電圧 $V_{in}$ 及び/又は出力電圧 $V_{out}$ を表す電圧を2値情報に変換する。

【0117】

図3aは、 $k_1$ が2に等しく、 $k_2$ が3に等しく、 $k_3$ が4に等しい場合の、本発明による第1の周期的パターン及び少なくとも1つの第2の周期的パターンによって提供することができる種々の昇圧比を表す表を表す。

【0118】

図3aの表は、300~306で示す6つの列を含む。

10

列300は、RLBCに印加される入力電圧 $V_{in}$ の種々の値を示す。

列301は、RLBCの出力電圧 $V_{out}$ を示す。たとえば、出力電圧は240ボルトに等しい。

列302は、出力電圧 $V_{out}$ と入力電圧 $V_{in}$ との間の種々の比を示す。

列303は、RLBCの種々のデューティサイクル $D$ を示す。

列304は、対 $N$ 及び $P$ の種々の値を示す。

列305は、基準電圧 $V_{ref}$ の種々の値を示す。

列306は、入力電圧値 $V_{in}$ に従って選択される図を示す。

【0119】

行310において、入力電圧は24ボルトに等しく、出力電圧は240ボルトであり、比 $V_{out}/V_{in}$ は10に等しく、デューティサイクル $D$ は0.9に等しく、対 $(N, P)$ は $(10, 9)$ に等しく、基準電圧 $V_{ref}$ は24ボルトに等しく、10の比を得るために選択すべきスイッチングパターンは図5aに開示されている。

20

【0120】

行311において、入力電圧は30ボルトに等しく、出力電圧は240ボルトであり、比 $V_{out}/V_{in}$ は8に等しく、デューティサイクル $D$ は0.875に等しく、対 $(N, P)$ は $(8, 7)$ に等しく、基準電圧 $V_{ref}$ は30ボルトに等しく、8の比を得るために選択すべきスイッチングパターンは図6dに開示されている。

【0121】

行312において、入力電圧は34.3ボルトに等しく、出力電圧は240ボルトであり、比 $V_{out}/V_{in}$ は7に等しく、デューティサイクル $D$ は0.857に等しく、対 $(N, P)$ は $(7, 6)$ に等しく、基準電圧 $V_{ref}$ は34.3ボルトに等しく、7の比を得るために選択すべきスイッチングパターンは図7bに開示されている。

30

【0122】

行313において、入力電圧は40ボルトに等しく、出力電圧は240ボルトであり、比 $V_{out}/V_{in}$ は6に等しく、デューティサイクル $D$ は0.833に等しく、対 $(N, P)$ は $(6, 5)$ に等しく、基準電圧 $V_{ref}$ は40ボルトに等しく、6の比を得るために選択すべきスイッチングパターンは図8aに開示されている。

【0123】

行314において、入力電圧は48ボルトに等しく、出力電圧は240ボルトであり、比 $V_{out}/V_{in}$ は5に等しく、デューティサイクル $D$ は0.8に等しく、対 $(N, P)$ は $(5, 4)$ に等しく、基準電圧 $V_{ref}$ は48ボルトに等しく、5の比を得るために選択すべきスイッチングパターンは図9aに開示されている。

40

【0124】

行315において、入力電圧は90ボルトに等しく、出力電圧は240ボルトであり、比 $V_{out}/V_{in}$ は2.67に等しく、デューティサイクル $D$ は0.625に等しく、対 $(N, P)$ は $(8, 5)$ に等しく、基準電圧 $V_{ref}$ は30ボルトに等しく、2.67の比を得るために選択すべきスイッチングパターンは図6bに開示されている。

【0125】

行316において、入力電圧は96ボルトに等しく、出力電圧は240ボルトであり、

50

比  $V_{out}/V_{in}$  は 2.5 に等しく、デューティサイクル  $D$  は 0.6 に等しく、対  $(N, P)$  は  $(5, 3)$  に等しく、基準電圧  $V_{ref}$  は 48 ボルトに等しく、2.5 の比を得るために選択すべきスイッチングパターンは図 9 b に開示されている。

【0126】

行 317 において、入力電圧は 144 ボルトに等しく、出力電圧は 240 ボルトであり、比  $V_{out}/V_{in}$  は 1.67 に等しく、デューティサイクル  $D$  は 0.4 に等しく、対  $(N, P)$  は  $(5, 2)$  に等しく、基準電圧  $V_{ref}$  は 48 ボルトに等しく、1.67 の比を得るために選択すべきスイッチングパターンは図 9 c に開示されている。

【0127】

行 318 において、入力電圧は 150 ボルトに等しく、出力電圧は 240 ボルトであり、比  $V_{out}/V_{in}$  は 1.6 に等しく、デューティサイクル  $D$  は 0.375 に等しく、対  $(N, P)$  は  $(8, 3)$  に等しく、基準電圧  $V_{ref}$  は 30 ボルトに等しく、1.6 の比を得るために選択すべきスイッチングパターンは図 6 c に開示されている。

10

【0128】

行 319 において、入力電圧は 192 ボルトに等しく、出力電圧は 240 ボルトであり、比  $V_{out}/V_{in}$  は 1.25 に等しく、デューティサイクル  $D$  は 0.2 に等しく、対  $(N, P)$  は  $(5, 1)$  に等しく、基準電圧  $V_{ref}$  は 48 ボルトに等しく、1.25 の比を得るために選択すべきスイッチングパターンは図 9 d に開示されている。

【0129】

行 320 において、入力電圧は 200 ボルトに等しく、出力電圧は 240 ボルトであり、比  $V_{out}/V_{in}$  は 1.2 に等しく、デューティサイクル  $D$  は 0.166 に等しく、対  $(N, P)$  は  $(6, 1)$  に等しく、基準電圧  $V_{ref}$  は 40 ボルトに等しく、1.2 の比を得るために選択すべきスイッチングパターンは図 8 b に開示されている。

20

【0130】

行 321 において、入力電圧は 205.7 ボルトに等しく、出力電圧は 240 ボルトであり、比  $V_{out}/V_{in}$  は 1.16 に等しく、デューティサイクル  $D$  は 0.142 に等しく、対  $(N, P)$  は  $(7, 1)$  に等しく、基準電圧  $V_{ref}$  は 34.3 ボルトに等しく、1.16 の比を得るために選択すべきスイッチングパターンは図 7 a に開示されている。

【0131】

行 322 において、入力電圧は 210 ボルトに等しく、出力電圧は 240 ボルトであり、比  $V_{out}/V_{in}$  は 1.14 に等しく、デューティサイクル  $D$  は 0.125 に等しく、対  $(N, P)$  は  $(8, 1)$  に等しく、基準電圧  $V_{ref}$  は 30 ボルトに等しく、1.14 の比を得るために選択すべきスイッチングパターンは図 6 a に開示されている。

30

【0132】

行 323 において、入力電圧は 216 ボルトに等しく、出力電圧は 240 ボルトであり、比  $V_{out}/V_{in}$  は 1.11 に等しく、デューティサイクル  $D$  は 0.1 に等しく、対  $(N, P)$  は  $(10, 1)$  に等しく、基準電圧  $V_{ref}$  は 24 ボルトに等しく、1.1 の比を得るために選択すべきスイッチングパターンは図 5 b に開示されている。

【0133】

図 3 b は、 $p_1$  が 1 に等しく、 $p_2$  が 2 に等しく、 $p_3$  が 4 に等しい場合の、本発明による少なくとも 1 つの第 3 の周期的パターンによって提供することができる種々の昇圧比を表す表を表す。

40

【0134】

図 3 b の表は、350 ~ 356 で示す 6 つの列を含む。

列 350 は、RLBC に印加される入力電圧  $V_{in}$  の種々の値を示す。

列 351 は、RLBC の出力電圧  $V_{out}$  を示す。たとえば、出力電圧は 240 ボルトに等しい。

列 352 は、出力電圧  $V_{out}$  と入力電圧  $V_{in}$  との間の種々の比を示す。

列 353 は、RLBC の種々のデューティサイクル  $D$  を示す。

列 354 は、対  $N$  及び  $P$  の種々の値を示す。

50

列 3 5 5 は、基準電圧  $V_{ref}$  の種々の値を示す。

列 3 5 6 は、入力電圧値  $V_{in}$  に従って選択される図を示す。

【 0 1 3 5 】

行 3 6 1 において、入力電圧は 6 0 ボルトに等しく、出力電圧は 2 4 0 ボルトであり、比  $V_{out} / V_{in}$  は 4 に等しく、デューティサイクル  $D$  は 0 . 7 5 に等しく、対 (  $N$  ,  $P$  ) は ( 8 , 6 ) に等しく、基準電圧  $V_{ref}$  は 3 0 ボルトに等しく、4 の比を得るために選択すべきスイッチングパターンは図 1 0 a に開示されている。

【 0 1 3 6 】

行 3 6 2 において、入力電圧は 4 8 ボルトに等しく、出力電圧は 2 4 0 ボルトであり、比  $V_{out} / V_{in}$  は 5 に等しく、デューティサイクル  $D$  は 0 . 8 に等しく、対 (  $N$  ,  $P$  ) は ( 5 , 4 ) に等しく、基準電圧  $V_{ref}$  は 3 0 ボルトに等しく、5 の比を得るために選択すべきスイッチングパターンは図 1 0 b に開示されている。

10

【 0 1 3 7 】

図 4 a は、3 つのブリッジ装置からなる昇圧コンバーターのブリッジにおいて種々の電圧を得るために、図 1 a に示す昇圧コンバーターの第 1 の例のスイッチのスイッチング状態を表す表を表す。

【 0 1 3 8 】

列 4 0 0 ~ 4 0 2 はビット B 1 に関連し、列 4 0 3 ~ 4 0 5 はビット B 2 に関連し、列 4 0 6 ~ 4 0 8 はビット B 3 に関連する。

【 0 1 3 9 】

20

行 4 1 1 は、

$V_{c1}$  に等しい電圧  $V_{b1}$  の場合、スイッチ  $S_{11}$  は非導通状態にあり、スイッチ  $S_{12}$  は非導通状態にあり、

$V_{c2}$  に等しい電圧  $V_{b2}$  の場合、スイッチ  $S_{21}$  は非導通状態にあり、スイッチ  $S_{22}$  は非導通状態にあり、

$V_{c3}$  に等しい電圧  $V_{b3}$  の場合、スイッチ  $S_{31}$  は非導通状態にあり、スイッチ  $S_{32}$  は非導通状態にあることを示す。

【 0 1 4 0 】

行 4 1 2 は、

ゼロ値に等しい電圧  $V_{b1}$  の場合、スイッチ  $S_{11}$  は非導通状態にあり、スイッチ  $S_{12}$  は導通状態にあり、

ゼロ値に等しい電圧  $V_{b2}$  の場合、スイッチ  $S_{21}$  は非導通状態にあり、スイッチ  $S_{22}$  は導通状態にあり、

ゼロ値に等しい電圧  $V_{b3}$  の場合、スイッチ  $S_{32}$  が非導通状態にあるときにスイッチ  $S_{31}$  が導通状態にあるか、又はスイッチ  $S_{32}$  が導通状態にあるときにスイッチ  $S_{31}$  が非導通状態にあることを示す。

30

【 0 1 4 1 】

行 4 1 3 は、

-  $V_{c1}$  に等しい電圧  $V_{b1}$  の場合、スイッチ  $S_{11}$  は導通状態にあり、スイッチ  $S_{12}$  は導通状態にあり、

-  $V_{c2}$  に等しい電圧  $V_{b2}$  の場合、スイッチ  $S_{21}$  は導通状態にあり、スイッチ  $S_{22}$  は導通状態にあり、

-  $V_{c3}$  に等しい電圧  $V_{b3}$  の場合、スイッチ  $S_{31}$  は導通状態にあり、スイッチ  $S_{32}$  は導通状態にあることを示す。

40

【 0 1 4 2 】

図 4 b は、3 つのブリッジ装置からなる昇圧コンバーターのブリッジにおいて種々の電圧を得るために、図 1 b に示す昇圧コンバーターの第 2 の例のスイッチのスイッチング状態を表す表を表す。

【 0 1 4 3 】

列 4 2 0 ~ 4 2 2 はビット B 1 に関連し、列 4 2 3 ~ 4 2 5 はビット B 2 に関連し、列

50

4 2 6 ~ 4 2 8 はビット B 3 に関連する。

【 0 1 4 4 】

行 4 3 1 は、

$V_{c1}$  に等しい電圧  $V_{b1}$  の場合、スイッチ  $S_{11}$  は非導通状態にあり、スイッチ  $S_{12}$  は非導通状態にあり、

$V_{c2}$  に等しい電圧  $V_{b2}$  の場合、スイッチ  $S_{21}$  は非導通状態にあり、スイッチ  $S_{22}$  は非導通状態にあり、

$V_{c3}$  に等しい電圧  $V_{b3}$  の場合、スイッチ  $S_{31}$  は非導通状態にあり、スイッチ  $S_{32'}$  は導通状態にあることを示す。

【 0 1 4 5 】

行 4 3 2 は、

ゼロ値に等しい電圧  $V_{b1}$  の場合、スイッチ  $S_{11}$  は非導通状態にあり、スイッチ  $S_{12}$  は導通状態にあり、

ゼロ値に等しい電圧  $V_{b2}$  の場合、スイッチ  $S_{21}$  は非導通状態にあり、スイッチ  $S_{22}$  は導通状態にあり、

ゼロ値に等しい電圧  $V_{b3}$  の場合、スイッチ  $S_{31}$  及び  $S_{32'}$  は共に導通状態又は非導通状態にあることを示す。

【 0 1 4 6 】

行 4 3 3 は、

-  $V_{c1}$  に等しい電圧  $V_{b1}$  の場合、スイッチ  $S_{11}$  は導通状態にあり、スイッチ  $S_{12}$  は導通状態にあり、

-  $V_{c2}$  に等しい電圧  $V_{b2}$  の場合、スイッチ  $S_{21}$  は導通状態にあり、スイッチ  $S_{22}$  は導通状態にあり、

-  $V_{c3}$  に等しい電圧  $V_{b3}$  の場合、スイッチ  $S_{31}$  は導通状態にあり、スイッチ  $S_{32'}$  は非導通状態にあることを示す。

【 0 1 4 7 】

本発明の実現形態の一例によれば、

選択された周期的パターンが少なくとも 1 つの第 2 の周期的パターンの場合、 $V_{c1} = 2 V_{ref}$ 、 $V_{c2} = 3 V_{ref}$  及び  $V_{c3} = 4 V_{ref}$  であり、

選択された周期的パターンが少なくとも 1 つの第 3 の周期的パターンである場合、 $V_{c1} = V_{ref}$ 、 $V_{c2} = 2 V_{ref}$  及び  $V_{c3} = 4 V_{ref}$  である。

【 0 1 4 8 】

図 5 a 及び 5 b は、第 1 の周期的パターン又は少なくとも 1 つの第 2 の周期的パターンが 10 個の時間間隔に分解される場合に種々の昇圧比を有するための、昇圧コンバーターのブリッジにおける電圧値の例である。

【 0 1 4 9 】

行 5 0 1 及び 5 1 1 において、1 に等しい値は  $V_{b1} = 2 V_{ref}$  を意味し、- 1 に等しい値は  $V_{b1} = - 2 V_{ref}$  を意味し、0 に等しい値は  $V_{b1} = 0$  を意味する。

【 0 1 5 0 】

行 5 0 1 及び 5 1 1 において、1 に等しい値は  $V_{b2} = 3 V_{ref}$  を意味し、- 1 に等しい値は  $V_{b2} = - 3 V_{ref}$  を意味し、0 に等しい値は  $V_{b2} = 0$  を意味する。

【 0 1 5 1 】

行 5 0 1 及び 5 1 1 において、1 に等しい値は  $V_{b3} = 4 V_{ref}$  を意味し、- 1 に等しい値は  $V_{b3} = - 4 V_{ref}$  を意味し、0 に等しい値は  $V_{b3} = 0$  を意味する。

【 0 1 5 2 】

各時間間隔  $T_1 \sim T_{10}$  の持続時間は  $T = T / N$  ( $N = 10$ ) であり、ここで、 $T$  は、図 1 a のスイッチ  $S_4$  によるか又は図 1 b のスイッチ  $S_{32'}$  によって作動するサイクルの持続時間である。

【 0 1 5 3 】

図 5 a は、比  $V_{out} / V_{in} = N / (N - P) = 10$  ( $D = 0.9$ ) を有するための

10

20

30

40

50

R L B Cのブリッジにおける電圧値を含む。

【 0 1 5 4 】

比  $V_{out} / V_{in} = 10$  を得るために、10個の時間間隔が必要である。

【 0 1 5 5 】

時間間隔  $T_1$  及び  $T_2$  では、 $V_{b1} = -2V_{ref}$ 、 $V_{b2} = 3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = 0$  である。

時間間隔  $T_3$ 、 $T_4$ 、 $T_5$  及び  $T_6$  では、 $V_{b1} = 0$ 、 $V_{b2} = -3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = 4V_{ref}$  である。

時間間隔  $T_7$ 、 $T_8$  及び  $T_9$  では、 $V_{b1} = 2V_{ref}$ 、 $V_{b2} = 3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = -4V_{ref}$  である。

10

時間間隔  $T_{10}$  では、 $V_{b1} = -2V_{ref}$ 、 $V_{b2} = -3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = -4V_{ref}$  である。

【 0 1 5 6 】

これらの電圧値が図1aの昇圧コンバーターのブリッジの電圧値である場合、スイッチ  $S_4$  は、時間間隔  $T_1 \sim T_9$  ( $P = 9$ ) の間は導通状態であり、時間間隔  $T_{10}$  ( $N = 10$ ) では非導通状態である。

【 0 1 5 7 】

図5bは、比  $V_{out} / V_{in} = N / (N - P) = 1.11$  ( $D = 0.1$ ) を有するためのR L B Cのブリッジにおける電圧値を含む。

【 0 1 5 8 】

比  $V_{out} / V_{in} = 1.11$  を得るために、10個の時間間隔が必要である。

20

【 0 1 5 9 】

時間間隔  $T_1$  では、 $V_{b1} = 2V_{ref}$ 、 $V_{b2} = 3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = 4V_{ref}$  である。

時間間隔  $T_2$  及び  $T_3$  では、 $V_{b1} = 2V_{ref}$ 、 $V_{b2} = -3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = 0$  である。

時間間隔  $T_4$ 、 $T_5$ 、 $T_6$  及び  $T_7$  では、 $V_{b1} = 0$ 、 $V_{b2} = 3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = -4V_{ref}$  である。

時間間隔  $T_8$ 、 $T_9$  及び  $T_{10}$  では、 $V_{b1} = -2V_{ref}$ 、 $V_{b2} = -3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = 4V_{ref}$  である。

【 0 1 6 0 】

30

これらの電圧値が図1aの昇圧コンバーターのブリッジの電圧値である場合、スイッチ  $S_4$  は、時間間隔  $T_1$  ( $P = 1$ ) の間は導通状態であり、時間間隔  $T_2 \sim T_{10}$  ( $N = 10$ ) では非導通状態である。

【 0 1 6 1 】

図6a～6dは、第1の周期的パターン又は少なくとも1つの第2の周期的パターンが8つの時間間隔に分解される場合に種々の昇圧比を有するための、3つのブリッジ装置からなる昇圧コンバーターのブリッジにおける電圧値の例である。

【 0 1 6 2 】

行601、611、621及び631において、1に等しい値は  $V_{b1} = 2V_{ref}$  を意味し、-1に等しい値は  $V_{b1} = -2V_{ref}$  を意味し、0に等しい値は  $V_{b1} = 0$  を意味する。

40

【 0 1 6 3 】

行602、612、622及び632において、1に等しい値は  $V_{b2} = 3V_{ref}$  を意味し、-1に等しい値は  $V_{b2} = -3V_{ref}$  を意味し、0に等しい値は  $V_{b2} = 0$  を意味する。

【 0 1 6 4 】

行603、613、623及び633において、1に等しい値は  $V_{b3} = 4V_{ref}$  を意味し、-1に等しい値は  $V_{b3} = -4V_{ref}$  を意味し、0に等しい値は  $V_{b3} = 0$  を意味する。

【 0 1 6 5 】

50

各時間間隔  $T_1 \sim T_8$  の持続時間は  $T = T/N$  ( $N = 8$ ) であり、ここで、 $T$  は、図 1 a のスイッチ  $S_4$  によるか又は図 1 b のスイッチ  $S_{32}$  ' によって作動するサイクルの持続時間である。

【0166】

図 6 a は、比  $V_{out}/V_{in} = N/(N - P) = 1.14$  ( $D = 0.125$ ) を有するための RLC のブリッジにおける電圧値を含む。

【0167】

比  $V_{out}/V_{in} = 1.14$  を得るために、8つの時間間隔が必要である。

【0168】

時間間隔  $T_1$  では、 $V_{b1} = 0$ 、 $V_{b2} = 3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = 4V_{ref}$  である。

10

時間間隔  $T_2$  及び  $T_3$  では、 $V_{b1} = 2V_{ref}$ 、 $V_{b2} = -3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = 0$  である。

時間間隔  $T_4$ 、 $T_5$  及び  $T_6$  では、 $V_{b1} = 0$ 、 $V_{b2} = 3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = -4V_{ref}$  である。

時間間隔  $T_7$  及び  $T_8$  では、 $V_{b1} = -2V_{ref}$ 、 $V_{b2} = -3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = 4V_{ref}$  である。

【0169】

これらの電圧値が図 1 a の昇圧コンバーターのブリッジの電圧値である場合、スイッチ  $S_4$  は、時間間隔  $T_1$  ( $P = 1$ ) の間は導通状態であり、時間間隔  $T_2 \sim T_8$  ( $N = 8$ ) では非導通状態である。

20

【0170】

図 6 b は、比  $V_{out}/V_{in} = N/(N - P) = 2.67$  ( $D = 0.625$ ) を有するための RLC のブリッジにおける電圧値を含む。

【0171】

比  $V_{out}/V_{in} = 2.67$  を得るために、8つの時間間隔が必要である。

【0172】

時間間隔  $T_1$  では、 $V_{b1} = 2V_{ref}$ 、 $V_{b2} = -3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = 4V_{ref}$  である。

。

時間間隔  $T_2$ 、 $T_3$ 、 $T_4$  及び  $T_5$  では、 $V_{b1} = 0$ 、 $V_{b2} = 3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = 0$  である。

30

時間間隔  $T_6$  及び  $T_7$  では、 $V_{b1} = -2V_{ref}$ 、 $V_{b2} = -3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = 0$  である。

時間間隔  $T_8$  では、 $V_{b1} = 2V_{ref}$ 、 $V_{b2} = -3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = -4V_{ref}$  である。

【0173】

これらの電圧値が図 1 a の昇圧コンバーターのブリッジの電圧値である場合、スイッチ  $S_4$  は、時間間隔  $T_1 \sim T_5$  ( $P = 5$ ) の間は導通状態であり、時間間隔  $T_6 \sim T_8$  ( $N = 8$ ) では非導通状態である。

【0174】

図 6 c は、比  $V_{out}/V_{in} = N/(N - P) = 1.6$  ( $D = 0.375$ ) を有するための RLC のブリッジにおける電圧値を含む。

40

【0175】

比  $V_{out}/V_{in} = 1.6$  を得るために、8つの時間間隔が必要である。

【0176】

時間間隔  $T_1$  では、 $V_{b1} = -2V_{ref}$ 、 $V_{b2} = 3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = 4V_{ref}$  である。

。

時間間隔  $T_2$  及び  $T_3$  では、 $V_{b1} = 2V_{ref}$ 、 $V_{b2} = 3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = 0$  である。

。

時間間隔  $T_4$  では、 $V_{b1} = -2V_{ref}$ 、 $V_{b2} = 3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = -4V_{ref}$  である。

50

時間間隔  $T_5$ 、 $T_6$ 、 $T_7$  及び  $T_8$  では、 $V_{b1} = 0$ 、 $V_{b2} = -3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = 0$  である。

【0177】

これらの電圧値が図1aの昇圧コンバーターのブリッジの電圧値である場合、スイッチ  $S_4$  は、時間間隔  $T_1 \sim T_3$  ( $P = 3$ ) の間は導通状態であり、時間間隔  $T_4 \sim T_8$  ( $N = 8$ ) では非導通状態である。

【0178】

図6dは、比  $V_{out}/V_{in} = N/(N - P) = 8$  ( $D = 0.875$ ) を有するためのRLBCのブリッジにおける電圧値を含む。

【0179】

比  $V_{out}/V_{in} = 8$  を得るために、8つの時間間隔が必要である。

【0180】

時間間隔  $T_1$  及び  $T_2$  では、 $V_{b1} = -2V_{ref}$ 、 $V_{b2} = 3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = 0$  である。

時間間隔  $T_3$ 、 $T_4$  及び  $T_5$  では、 $V_{b1} = 0$ 、 $V_{b2} = -3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = 4V_{ref}$  である。

時間間隔  $T_6$  及び  $T_7$  では、 $V_{b1} = 2V_{ref}$ 、 $V_{b2} = 3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = -4V_{ref}$  である。

時間間隔  $T_8$  では、 $V_{b1} = 0$ 、 $V_{b2} = -3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = -4V_{ref}$  である。

【0181】

これらの電圧値が図1aの昇圧コンバーターのブリッジの電圧値である場合、スイッチ  $S_4$  は、時間間隔  $T_1 \sim T_1$  ( $P = 7$ ) の間は導通状態であり、時間間隔  $T_2 \sim T_8$  ( $N = 8$ ) では非導通状態である。

【0182】

図7a及び図7bは、第1の周期的パターン又は少なくとも1つの第2の周期的パターンが7つの時間間隔に分解される場合に種々の昇圧比を有するための、3つのブリッジ装置からなる昇圧コンバーターのブリッジにおける電圧値の例である。

【0183】

行701及び711において、1に等しい値は  $V_{b1} = 2V_{ref}$  を意味し、-1に等しい値は  $V_{b1} = -2V_{ref}$  を意味し、0に等しい値は  $V_{b1} = 0$  を意味する。

【0184】

行702及び712において、1に等しい値は  $V_{b2} = 3V_{ref}$  を意味し、-1に等しい値は  $V_{b2} = -3V_{ref}$  を意味し、0に等しい値は  $V_{b2} = 0$  を意味する。

【0185】

行703及び713において、1に等しい値は  $V_{b3} = 4V_{ref}$  を意味し、-1に等しい値は  $V_{b3} = -4V_{ref}$  を意味し、0に等しい値は  $V_{b3} = 0$  を意味する。

【0186】

各時間間隔  $T_1 \sim T_7$  の持続時間は  $T = T/N$  ( $N = 7$ ) であり、ここで、 $T$  は、図1aのスイッチ  $S_4$  によるか又は図1bのスイッチ  $S_{32}$  ' によって作動するサイクルの持続時間である。

【0187】

図7aは、比  $V_{out}/V_{in} = N/(N - P) = 1.16$  ( $D = 0.142$ ) を有するためのRLBCのブリッジにおける電圧値を含む。

【0188】

比  $V_{out}/V_{in} = 1.16$  を得るために、7つの時間間隔が必要である。

【0189】

時間間隔  $T_1$  では、 $V_{b1} = 2V_{ref}$ 、 $V_{b2} = 0$  及び  $V_{b3} = 4V_{ref}$  である。

時間間隔  $T_2$ 、 $T_3$ 、及び  $T_4$  では、 $V_{b1} = 0$ 、 $V_{b2} = 3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = -4V_{ref}$  である。

時間間隔  $T_5$  では、 $V_{b1} = 2V_{ref}$ 、 $V_{b2} = -3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = 0$  である。

10

20

30

40

50

時間間隔  $T_6$  及び  $T_7$  では、 $V_{b1} = -2V_{ref}$ 、 $V_{b2} = -3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = 4V_{ref}$  である。

【0190】

これらの電圧値が図1aの昇圧コンバーターのブリッジの電圧値である場合、スイッチ  $S_4$  は、時間間隔  $T_1 \sim T_6$  ( $P = 1$ ) の間は導通状態であり、時間間隔  $T_7$  ( $N = 7$ ) では非導通状態である。

【0191】

図7bは、比  $V_{out}/V_{in} = N/(N - P) = 7$  ( $D = 0.857$ ) を有するためのRLBCのブリッジにおける電圧値を含む。

【0192】

比  $V_{out}/V_{in} = 7$  を得るために、7つの時間間隔が必要である。

【0193】

時間間隔  $T_1$  及び  $T_2$  では、 $V_{b1} = 2V_{ref}$ 、 $V_{b2} = 3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = -4V_{ref}$  である。

時間間隔  $T_3$ 、 $T_4$  及び  $T_5$  では、 $V_{b1} = 0$ 、 $V_{b2} = -3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = 4V_{ref}$  である。

時間間隔  $T_6$  では、 $V_{b1} = -2V_{ref}$ 、 $V_{b2} = 3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = 0$  である。

時間間隔  $T_7$  では、 $V_{b1} = -2V_{ref}$ 、 $V_{b2} = 0$  及び  $V_{b3} = -4V_{ref}$  である。

【0194】

これらの電圧値が図1aの昇圧コンバーターのブリッジの電圧値である場合、スイッチ  $S_4$  は、時間間隔  $T_1$  ( $P = 6$ ) の間は導通状態であり、時間間隔  $T_2 \sim T_7$  ( $N = 7$ ) では非導通状態である。

【0195】

図8a及び8bは、第1の周期的パターン又は少なくとも1つの第2の周期的パターンが6つの時間間隔に分解される場合に種々の昇圧比を有するための、3つのブリッジ装置からなる昇圧コンバーターのブリッジにおける電圧値の例である。

【0196】

行801及び811において、1に等しい値は  $V_{b1} = 2V_{ref}$  を意味し、-1に等しい値は  $V_{b1} = -2V_{ref}$  を意味し、0に等しい値は  $V_{b1} = 0$  を意味する。

【0197】

行802及び812において、1に等しい値は  $V_{b2} = 3V_{ref}$  を意味し、-1に等しい値は  $V_{b2} = -3V_{ref}$  を意味し、0に等しい値は  $V_{b2} = 0$  を意味する。

【0198】

行803及び813において、1に等しい値は  $V_{b3} = 4V_{ref}$  を意味し、-1に等しい値は  $V_{b3} = -4V_{ref}$  を意味し、0に等しい値は  $V_{b3} = 0$  を意味する。

【0199】

各時間間隔  $T_1 \sim T_6$  の持続時間は  $T = T/N$  ( $N = 6$ ) であり、ここで、 $T$  は、図1aのスイッチ  $S_4$  によるか又は図1bのスイッチ  $S_{32}'$  によって作動するサイクルの持続時間である。

【0200】

図8aは、比  $V_{out}/V_{in} = N/(N - P) = 6$  ( $D = 0.833$ ) を有するためのRLBCのブリッジにおける電圧値を含む。

【0201】

比  $V_{out}/V_{in} = 6$  を得るために、6つの時間間隔が必要である。

【0202】

時間間隔  $T_1$  では、 $V_{b1} = 2V_{ref}$ 、 $V_{b2} = 3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = -4V_{ref}$  である。

。

時間間隔  $T_2$  及び  $T_3$  では、 $V_{b1} = 0$ 、 $V_{b2} = -3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = 4V_{ref}$  である。

時間間隔  $T_4$  及び  $T_5$  では、 $V_{b1} = -2V_{ref}$ 、 $V_{b2} = 3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = 0$  であ

10

20

30

40

50

る。

時間間隔  $T_6$  では、 $V_{b1} = 2V_{ref}$ 、 $V_{b2} = -3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = -4V_{ref}$  である。

【0203】

これらの電圧値が図1aの昇圧コンバーターのブリッジの電圧値である場合、スイッチ  $S_4$  は、時間間隔  $T_1 \sim T_5$  ( $P = 5$ ) の間は導通状態であり、時間間隔  $T_6$  ( $N = 6$ ) では非導通状態である。

【0204】

図8bは、比  $V_{out}/V_{in} = N/(N - P) = 1.2$  ( $D = 0.166$ ) を有するためのRLBCのブリッジにおける電圧値を含む。

10

【0205】

比  $V_{out}/V_{in} = 1.2$  を得るために、6つの時間間隔が必要である。

【0206】

時間間隔  $T_1$  では、 $V_{b1} = -2V_{ref}$ 、 $V_{b2} = 3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = 4V_{ref}$  である。

時間間隔  $T_2$  では、 $V_{b1} = -2V_{ref}$ 、 $V_{b2} = -3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = 4V_{ref}$  である。

時間間隔  $T_3$  及び  $T_4$  では、 $V_{b1} = 0$ 、 $V_{b2} = 3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = -4V_{ref}$  である。

時間間隔  $T_5$  及び  $T_6$  では、 $V_{b1} = 2V_{ref}$ 、 $V_{b2} = -3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = 0V_{ref}$  である。

20

【0207】

これらの電圧値が図1aの昇圧コンバーターのブリッジの電圧値である場合、スイッチ  $S_4$  は、時間間隔  $T_1$  ( $P = 1$ ) の間は導通状態であり、時間間隔  $T_2 \sim T_6$  ( $N = 6$ ) では非導通状態である。

【0208】

図9a～図9dは、第1の周期的パターン又は少なくとも1つの第2の周期的パターンが5つの時間間隔に分解される場合に種々の昇圧比を有するための、3つのブリッジ装置からなる昇圧コンバーターのブリッジにおける電圧値の例である。

【0209】

行901、911、921及び931において、1に等しい値は  $V_{b1} = 2V_{ref}$  を意味し、-1に等しい値は  $V_{b1} = -2V_{ref}$  を意味し、0に等しい値は  $V_{b1} = 0$  を意味する。

30

【0210】

行902、912、922及び932において、1に等しい値は  $V_{b2} = 3V_{ref}$  を意味し、-1に等しい値は  $V_{b2} = -3V_{ref}$  を意味し、0に等しい値は  $V_{b2} = 0$  を意味する。

【0211】

行903、913、923及び933において、1に等しい値は  $V_{b3} = 4V_{ref}$  を意味し、-1に等しい値は  $V_{b3} = -4V_{ref}$  を意味し、0に等しい値は  $V_{b3} = 0$  を意味する。

40

【0212】

各時間間隔  $T_1 \sim T_5$  の持続時間は  $T = T/N$  ( $N = 5$ ) であり、ここで、 $T$  は、図1aのスイッチ  $S_4$  によるか又は図1bのスイッチ  $S_{32'}$  によって作動するサイクルの持続時間である。

【0213】

図9aは、比  $V_{out}/V_{in} = N/(N - P) = 5$  ( $D = 0.8$ ) を有するためのRLBCのブリッジにおける電圧値を含む。

【0214】

比  $V_{out}/V_{in} = 5$  を得るために、5つの時間間隔が必要である。

50

## 【 0 2 1 5 】

時間間隔  $T_1$  では、 $V_{b1} = 2V_{ref}$ 、 $V_{b2} = 3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = -4V_{ref}$  である。

。

時間間隔  $T_2$  及び  $T_3$  では、 $V_{b1} = 0$ 、 $V_{b2} = -3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = 4V_{ref}$  である。

時間間隔  $T_4$  では、 $V_{b1} = -2V_{ref}$ 、 $V_{b2} = 3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = 0$  である。

時間間隔  $T_5$  では、 $V_{b1} = 0$ 、 $V_{b2} = 0$  及び  $V_{b3} = -4V_{ref}$  である。

## 【 0 2 1 6 】

これらの電圧値が図 1 a の昇圧コンバーターのブリッジの電圧値である場合、スイッチ  $S_4$  は、時間間隔  $T_1 \sim T_4$  ( $P = 4$ ) の間は導通状態であり、時間間隔  $T_5$  ( $N = 5$ ) では非導通状態である。

10

## 【 0 2 1 7 】

図 9 b は、比  $V_{out}/V_{in} = N/(N - P) = 2.5$  ( $D = 0.6$ ) を有するための R L B C のブリッジにおける電圧値を含む。

## 【 0 2 1 8 】

比  $V_{out}/V_{in} = 2.5$  を得るために、5つの時間間隔が必要である。

## 【 0 2 1 9 】

時間間隔  $T_1$  では、 $V_{b1} = -2V_{ref}$ 、 $V_{b2} = 0$  及び  $V_{b3} = 4V_{ref}$  である。

時間間隔  $T_2$  及び  $T_3$  では、 $V_{b1} = 2V_{ref}$ 、 $V_{b2} = 0$  及び  $V_{b3} = 0$  である。

時間間隔  $T_4$  では、 $V_{b1} = 0$ 、 $V_{b2} = -3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = 0$  である。

20

時間間隔  $T_5$  では、 $V_{b1} = -2V_{ref}$ 、 $V_{b2} = 3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = -4V_{ref}$  である。

## 【 0 2 2 0 】

これらの電圧値が図 1 a の昇圧コンバーターのブリッジの電圧値である場合、スイッチ  $S_4$  は、時間間隔  $T_1 \sim T_3$  ( $P = 3$ ) の間は導通状態であり、時間間隔  $T_4$  及び  $T_5$  ( $N = 5$ ) では非導通状態である。

## 【 0 2 2 1 】

図 9 c は、比  $V_{out}/V_{in} = N/(N - P) = 1.67$  ( $D = 0.4$ ) を有するための R L B C のブリッジにおける電圧値を含む。

## 【 0 2 2 2 】

比  $V_{out}/V_{in} = 1.67$  を得るために、5つの時間間隔が必要である。

30

## 【 0 2 2 3 】

時間間隔  $T_1$  では、 $V_{b1} = 2V_{ref}$ 、 $V_{b2} = -3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = 4V_{ref}$  である。

。

時間間隔  $T_2$  では、 $V_{b1} = 0$ 、 $V_{b2} = 3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = 0$  である。

時間間隔  $T_3$  では、 $V_{b1} = 2V_{ref}$ 、 $V_{b2} = 0$  及び  $V_{b3} = -4V_{ref}$  である。

時間間隔  $T_4$  及び  $T_5$  では、 $V_{b1} = -2V_{ref}$ 、 $V_{b2} = 0$  及び  $V_{b3} = 0$  である。

## 【 0 2 2 4 】

これらの電圧値が図 1 a の昇圧コンバーターのブリッジの電圧値である場合、スイッチ  $S_4$  は、時間間隔  $T_1$  及び  $T_2$  ( $P = 2$ ) の間は導通状態であり、時間間隔  $T_3 \sim T_5$  ( $N = 5$ ) では非導通状態である。

40

## 【 0 2 2 5 】

図 9 d は、比  $V_{out}/V_{in} = N/(N - P) = 1.25$  ( $D = 0.2$ ) を有するための R L B C のブリッジにおける電圧値を含む。

## 【 0 2 2 6 】

比  $V_{out}/V_{in} = 1.25$  を得るために、5つの時間間隔が必要である。

## 【 0 2 2 7 】

時間間隔  $T_1$  では、 $V_{b1} = 0$ 、 $V_{b2} = 0$  及び  $V_{b3} = 4V_{ref}$  である。

時間間隔  $T_2$  では、 $V_{b1} = -2V_{ref}$ 、 $V_{b2} = -3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = 4V_{ref}$  である。

50

時間間隔  $T_3$  及び  $T_4$  では、 $V_{b1} = 0$ 、 $V_{b2} = 3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = -4V_{ref}$  である。

時間間隔  $T_5$  では、 $V_{b1} = 2V_{ref}$ 、 $V_{b2} = -3V_{ref}$  及び  $V_{b3} = 0$  である。

【0228】

これらの電圧値が図1aの昇圧コンバーターのブリッジの電圧値である場合、スイッチ  $S_4$  は、時間間隔  $T_1$  ( $P = 1$ ) の間は導通状態であり、時間間隔  $T_2 \sim T_5$  ( $N = 5$ ) では非導通状態である。

【0229】

図10a及び図10bは、少なくとも1つの第3の周期的パターンが選択される場合に種々の昇圧比を有するための、3つのブリッジ装置からなる昇圧コンバーターのブリッジにおける電圧値の例である。

10

【0230】

行1001及び1011において、1に等しい値は  $V_{b1} = V_{ref}$  を意味し、-1に等しい値は  $V_{b1} = -V_{ref}$  を意味し、0に等しい値は  $V_{b1} = 0$  を意味する。

【0231】

行1002及び1012において、1に等しい値は  $V_{b2} = 2V_{ref}$  を意味し、-1に等しい値は  $V_{b2} = -2V_{ref}$  を意味し、0に等しい値は  $V_{b2} = 0$  を意味する。

【0232】

行1003及び1013において、1に等しい値は  $V_{b3} = 4V_{ref}$  を意味し、-1に等しい値は  $V_{b3} = -4V_{ref}$  を意味し、0に等しい値は  $V_{b3} = 0$  を意味する。

20

【0233】

図10aは、比  $V_{out}/V_{in} = 4$  を有するためのRLBCのブリッジにおける電圧値を含む。

【0234】

比  $V_{out}/V_{in} = 4$  を得るために、8つの時間間隔が必要である。

【0235】

各時間間隔  $T_1 \sim T_8$  の持続時間は  $T = T/N$  ( $N = 8$ ) であり、ここで、 $T$  は、図1aのスイッチ  $S_4$  によるか又は図1bのスイッチ  $S_{32}'$  によって作動するサイクルの持続時間である。

【0236】

時間間隔  $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$  及び  $T_4$  では、 $V_{b2} = 2V_{ref}$ 、 $V_{b1} = V_{b3} = 0$  である。

30

時間間隔  $T_5$  及び  $T_6$  では、 $V_{b1} = 0$ 、 $V_{b2} = -2V_{ref}$  及び  $V_{b3} = 4V_{ref}$  である。

時間間隔  $T_7$  及び  $T_8$  では、 $V_{b1} = 0$ 、 $V_{b2} = -2V_{ref}$  及び  $V_{b3} = -4V_{ref}$  である。

【0237】

これらの電圧値が図1aの昇圧コンバーターのブリッジの電圧値である場合、スイッチ  $S_4$  は、時間間隔  $T_1 \sim T_6$  ( $P = 6$ ) の間は導通状態であり、時間間隔  $T_7$  及び  $T_8$  ( $N = 8$ ) では非導通状態である。

40

【0238】

図10bは、比  $V_{out}/V_{in} = 5$  を有するためのRLBCのブリッジにおける電圧値を含む。

【0239】

比  $V_{out}/V_{in} = 5$  を得るために、5つの時間間隔が必要である。

【0240】

各時間間隔  $T_1 \sim T_5$  の持続時間は  $T = T/N$  ( $N = 5$ ) であり、ここで、 $T$  は、図1aのスイッチ  $S_4$  によるか又は図1bのスイッチ  $S_{32}'$  によって作動するサイクルの持続時間である。

【0241】

50

時間間隔  $T_1$  では、 $V_{b1} = -V_{ref}$ 、 $V_{b2} = -2V_{ref}$  及び  $V_{b3} = 4V_{ref}$  である。

時間間隔  $T_2$  では、 $V_{b1} = -V_{ref}$ 、 $V_{b2} = 2V_{ref}$  及び  $V_{b3} = 0$  である。

時間間隔  $T_3$  及び  $T_4$  では、 $V_{b1} = V_{ref}$ 、 $V_{b2} = 0$  及び  $V_{b3} = 0$  である。

時間間隔  $T_5$  では、 $V_{b1} = 0$ 、 $V_{b2} = 0$  及び  $V_{b3} = -4V_{ref}$  である。

【0242】

これらの電圧値が図1aの昇圧コンバーターのブリッジの電圧値である場合、スイッチ  $S_4$  は、時間間隔  $T_1 \sim T_4$  ( $P = 4$ ) の間は導通状態であり、時間間隔  $T_5$  ( $N = 5$ ) では非導通状態である。

【0243】

図11は、本発明による  $n$  個のブリッジ装置からなる昇圧コンバーターに対していずれの周期的パターンを選択しなければならないかを判断するアルゴリズムの一例の図である。

【0244】

本アルゴリズムは、 $n$  個のブリッジ装置からなる昇圧コンバーターを備えた装置20によって実行される。

【0245】

本アルゴリズムを、プロセッサ200が実行することができる。

【0246】

ステップ  $S_{1100}$  において、プロセッサ200が使用可能な周期的パターンの中から1つの第1の周期的パターンを選択する。

【0247】

ステップ  $S_{1101}$  において、プロセッサ200は、 $n$  個のブリッジ装置からなる昇圧コンバーターが昇圧しなければならない入力電圧  $V_{in}$  を得る。

たとえば、 $V_{in}$  を、 $n$  個のブリッジ装置からなる昇圧コンバーターに印加される入力電圧のデジタル変換器206によって行われる測定の結果とすることができる。

他の例として、 $V_{in}$  を、特定の調節機能を実現するように、ビット電圧、出力電圧、入力電流又は出力電流等、他の信号のデジタル変換器206によって行われるさらに他の測定から、プロセッサ200による計算によって求めることができる。

本発明の特別な実施形態では、調節機能は、 $n$  個のブリッジ装置からなる昇圧コンバーターを通過する電力を最大にするように確定される。

【0248】

次のステップ  $S_{1102}$  において、プロセッサ200は、 $n$  個のブリッジ装置からなる昇圧コンバーターによって入力電圧を昇圧しなければならない出力電圧の所望の範囲を得る。この範囲は、最小電圧値である第1の閾値  $V_{min}$  及び最大電圧値である第2の閾値  $V_{max}$  からなる。たとえば、出力電圧の所望の範囲は、 $n$  個のブリッジ装置からなる昇圧コンバーターの出力に接続される負荷機器の許容可能な入力範囲として予め既知である。

【0249】

次のステップ  $S_{1103}$  において、プロセッサ200は、現在選択されている周期的パターンを使用して、所望の範囲内で  $n$  個のブリッジ装置からなる昇圧コンバーターによって入力電圧  $V_{in}$  が理想的に昇圧されなければならない予測される出力電圧  $V_{out\_ref}$  を得る。たとえば、予測される出力電圧  $V_{out\_ref}$  は  $V_{max}$  に等しい。別の例では、 $V_{out}$  は  $(V_{max} + V_{min}) / 2$  に等しい。

【0250】

次のステップ  $S_{1104}$  において、プロセッサ200は、周期的パターンが選択される必要があるか否か进行检查する。

【0251】

そのために、プロセッサ200は、出力電圧  $V_{out} = V_{in} / (1 - D)$  を確定し、ここで、 $V_{in}$  はステップ  $S_{1101}$  において得られた入力電圧であり、 $D$  はステップ  $S_{1100}$  又は  $S_{1108}$  において確定された第1のパターンのデューティサイクルであ

10

20

30

40

50

る。次に、プロセッサ 200 は、出力電圧  $V_{out}$  が、第 1 の閾値  $V_{min}$  を下回るか、又は第 2 の閾値  $V_{max}$  を上回るか検査する。

【0252】

求められた出力電圧が、第 1 の閾値を下回るか又は第 2 の閾値を上回る場合、プロセッサ 200 はステップ S1105 に移る。そうでない場合、プロセッサ 200 はステップ S1109 に移る。

【0253】

次のステップ S1105 において、プロセッサ 200 は、ROM メモリ 202 に格納されている各デューティサイクル  $D$  に対して、対応する昇圧された電圧値  $V_{boost} = V_{in} / (1 - D)$  を検査し、ROM メモリ 202 に格納されているデューティサイクルの中から、昇圧された電圧値  $V_{boost}$  が期待出力電圧  $V_{out\_ref}$  に近く、かつ第 1 の閾値  $V_{min}$  と第 2 の閾値  $V_{max}$  との間からなる出力電圧の所望の範囲内にある、少なくとも 1 つのデューティサイクルを選択する。

10

【0254】

同じステップにおいて、プロセッサ 200 は、ステップ S1105 において選択されたデューティサイクル  $D$  のうちの 1 つが 1 つの第 2 の周期的パターンに対応するか否か、すなわち選択されたデューティサイクル  $D$  のうちの 1 つが、前に選択された第 1 の周期的パターンの数  $k_i$  と同じ数  $k_i$  を有する周期的パターンに対応するか否かを検査する。

【0255】

ステップ S1105 において選択されたデューティサイクル  $D$  のうちの 1 つが或る周期的パターンに対応する場合、プロセッサ 200 はステップ S1107 に移る。そうでない場合、プロセッサ 200 はステップ S1106 に移る。

20

【0256】

ステップ S1106 において、プロセッサ 200 は、各時間間隔において、 $i$  が  $1 \sim n$  である場合の各  $i$  番目のブリッジ装置の入力と出力との間の電圧が、ゼロ値か、整数  $p_i$  に少なくとも 1 つの第 3 の正の値を掛けた値か、又は数字  $p_i$  のマイナスの値に少なくとも 1 つの第 3 の正の値を掛けた値に等しく、少なくとも 1 つの  $k_i$  は、前に選択された周期的パターンの数字  $p_i$  とは異なる 1 つの第 3 の周期的パターンを選択する。

【0257】

選択された第 3 の周期的パターンは、昇圧された電圧値  $V_{boost}$  が出力電圧の所望の範囲  $[V_{min} \sim V_{min}]$  内の期待出力電圧  $V_{out\_ref}$  に最も近い、デューティサイクル  $D$  に対応する。

30

【0258】

その後、プロセッサ 200 はステップ S1108 に移る。

【0259】

ステップ S1107 において、プロセッサ 200 は、各時間間隔において、 $i$  が  $1 \sim n$  である場合の各  $i$  番目のブリッジ装置の入力と出力との間の電圧が、ゼロ値か、整数  $k_i$  に少なくとも 1 つの第 2 の正の値を掛けた値か、数字  $k_i$  のマイナスの値に少なくとも 1 つの第 2 の正の値を掛けた値に等しい 1 つの第 2 の周期的パターンを選択する。

【0260】

選択された第 2 の周期的パターンは、昇圧された電圧値  $V_{boost}$  が出力電圧の所望の範囲  $[V_{min} \sim V_{min}]$  内の期待出力電圧  $V_{out\_ref}$  に最も近い、デューティサイクル  $D$  に対応する。

40

【0261】

その後、プロセッサ 200 はステップ S1108 に移る。

【0262】

ステップ S1108 において、プロセッサ 200 は、ステップ S1107 において選択された第 2 の周期的パターン又はステップ S1108 において選択された第 3 の周期的パターンを、メモリ 202 に格納された第 1 の周期的パターンとして設定する。

【0263】

50

次のステップ S 1 1 0 9 において、プロセッサ 2 0 0 は、メモリー 2 0 2 に格納された第 1 の周期的パターンに従って R L B C 2 0 5 のスイッチに対してコマンドを発行する。

【 0 2 6 4 】

一変形態態では、プロセッサ 2 0 0 は、第 1 の周期的パターンに対応する、図 5 ~ 図 1 0 のうちの対応する図に示しかつメモリー 2 0 2 に格納されている周期的パターンの列の順列からもたらされる周期的パターンに従って、R L B L 2 0 5 のスイッチに対してコマンドを発行する。

【 0 2 6 5 】

その後、プロセッサ 2 0 0 はステップ S 1 1 0 1 に戻る。

10

【 0 2 6 6 】

たとえば、ステップ S 1 1 0 0 において、プロセッサ 2 0 0 は、 $k_1$  が 2 に等しく、 $k_2$  が 3 に等しく、 $k_3$  が 4 に等しい、図 9 a に記載されている第 1 の周期的パターンを選択し、ステップ S 1 1 0 1 において入力電圧  $V_{in} = 48 V$  を得る。

【 0 2 6 7 】

次のステップ S 1 1 0 2 において、プロセッサ 2 0 0 は、第 1 の閾値  $V_{min} = 197 V$  及び第 2 の閾値  $V_{max} = 247 V$  を得る。

【 0 2 6 8 】

次のステップ S 1 1 0 3 において、プロセッサ 2 0 0 は、期待出力電圧  $V_{out\_ref} = 227 V$  を得る。

20

【 0 2 6 9 】

次のステップ S 1 1 0 4 において、プロセッサ 2 0 0 は、周期的パターンが選択される必要があるか否かを検査する。 $D = 0.8$  であるため、出力電圧  $V_{out} = 48 / (1 - 0.8) = 240 V$  は、247 ボルトに等しい第 2 の閾値を下回り、197 ボルトに等しい第 1 の閾値を上回る。出力電圧値が第 1 の閾値を下回ることなく、また、第 2 の閾値を上回ることもないため、プロセッサ 2 0 0 はステップ S 1 1 0 9 に移る。

【 0 2 7 0 】

次のステップ S 1 1 0 9 において、プロセッサ 2 0 0 は、図 9 a に示されている周期的パターンに従って R L B C 2 0 5 のスイッチに対してコマンドを発行し、ステップ S 1 1 0 1 に戻る。

30

【 0 2 7 1 】

ステップ S 1 1 0 1 において、プロセッサ 2 0 0 は入力電圧  $V_{in} = 60 V$  を得る。

【 0 2 7 2 】

次のステップ S 1 1 0 2 において、プロセッサ 2 0 0 は、第 1 の閾値  $V_{min} = 197 V$  及び第 2 の閾値  $V_{max} = 247 V$  を得る。

【 0 2 7 3 】

次のステップ S 1 1 0 3 において、プロセッサ 2 0 0 は、所望の出力電圧  $V_{out} = 227 V$  を得る。

【 0 2 7 4 】

次のステップ S 1 1 0 4 において、プロセッサ 2 0 0 は、周期的パターンが選択される必要があるか否かを検査する。 $D = 0.8$  であるため、出力電圧  $V_{boost} = 60 / (1 - 0.8) = 300 V$  は、247 ボルトに等しい第 2 の閾値を上回る。出力電圧値が第 2 の閾値を上回るため、プロセッサ 2 0 0 はステップ S 1 1 0 5 に移る。

40

【 0 2 7 5 】

次のステップ S 1 1 0 5 において、プロセッサ 2 0 0 は、ROM メモリー 2 0 2 に格納されている各デューティサイクル  $D$  に対し、対応する昇圧された電圧値  $V_{boost} = V_{in} / (1 - D)$  を検査し、ROM メモリー 2 0 2 に格納されているデューティサイクルの中から、昇圧された電圧値  $V_{boost}$  が期待出力値に近く、かつ第 1 の閾値と第 2 の閾値との間にある出力電圧の所望の範囲内である、少なくとも 1 つのデューティサイクルを選択する。

50

【0276】

たとえば、プロセッサは、図3bの行361に示すようにD = 0.75であるため、図10aに示す周期的パターンを選択し、それは、その対応する昇圧された電圧値 = 60 / (1 - 0.75) = 240Vが第1の閾値と第2の閾値との間にあるためである。図3aに示す他のデューティサイクルは、対応する昇圧電圧が、第1の閾値と第2の閾値との間にない。

【0277】

同じステップにおいて、プロセッサ200は、選択されたデューティサイクルDのうちの1つが1つの第2の周期的パターンに対応するか否か、すなわち、選択されたデューティサイクルDのうちの1つが、前に選択された第1の周期的パターンの数k<sub>i</sub>と同じ数k<sub>j</sub>を有する周期的パターンに対応するか否かを検査する。

10

【0278】

デューティサイクルD = 0.75が第2の周期的パターンに対応しないため、プロセッサ200はステップS1106に移り、図10aに示す周期的パターンを選択し、ステップS1108に移る。

【0279】

ステップS1108において、プロセッサ200は、ステップ1108において選択された第3の周期的パターンを第1の周期的パターンとして設定する。

【0280】

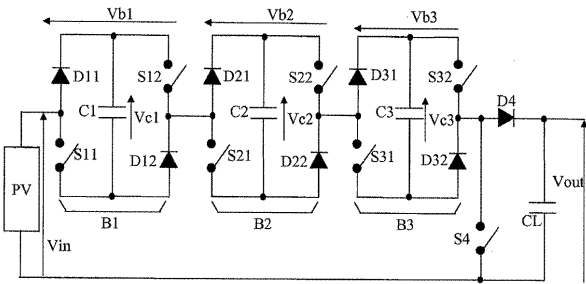
次のステップS1109において、プロセッサ200は、図10aに示す周期的パターンに従ってRLBC205のスイッチに対してコマンドを発行し、ステップS1101に戻る。

20

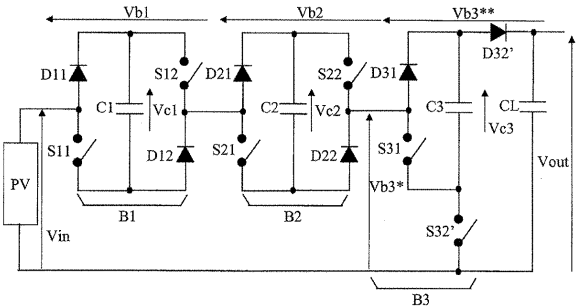
【0281】

当然のことながら、本発明の範囲から逸脱することなく、上述した本発明の実施形態に対して多くの変更を行うことができる。

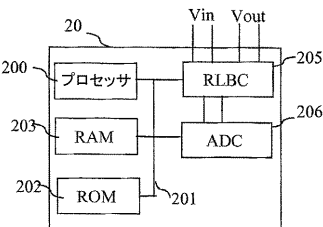
【図1a】



【図1b】



【図2】



【図3a】

300	301	302	303	304	305	306
V <sub>in</sub>	V <sub>out</sub>	比	D	(N,P)	V <sub>ref</sub>	図
24	240	10	0.9	(10,9)	24	5a
30	240	8	0.875	(8,7)	30	6d
34.3	240	7	0.857	(7,6)	34.3	7b
40	240	6	0.833	(6,5)	40	8a
48	240	5	0.8	(5,4)	48	9a
90	240	2.67	0.625	(8,5)	30	6b
96	240	2.5	0.6	(5,3)	48	9b
144	240	1.67	0.4	(5,2)	48	9c
150	240	1.6	0.375	(8,3)	30	6c
192	240	1.25	0.2	(5,1)	48	9d
200	240	1.2	0.166	(6,1)	40	8b
205.7	240	1.16	0.142	(7,1)	34.3	7a
210	240	1.14	0.125	(8,1)	30	6a
216	240	1.11	0.1	(10,1)	24	5b

310  
311  
312  
313  
314  
315  
316  
317  
318  
319  
320  
321  
322  
323

【図3b】

350	351	352	353	354	355	356
V <sub>in</sub>	V <sub>out</sub>	比	D	(N,P)	V <sub>ref</sub>	図
60	240	4	0.75	(8,6)	30	10a
48	240	5	0.8	(5,4)	48	10b

361  
362

【図4a】

B1		B2		B3				
Vb1	S11	S12	Vb2	S21	S22	Vb3	S31	S32
Vc1	OFF	OFF	Vc2	OFF	OFF	Vc3	OFF	OFF
0	OFF	ON	0	OFF	ON	0	OFF/ON	ON/OFF
-Vc1	ON	ON	-Vc2	ON	ON	-Vc3	ON	ON

411  
412  
413  
400  
401  
402  
403  
404  
405  
406  
407  
408

【図4b】

B1			B2			B3		
Vb1	S11	S12	Vb2	S21	S22	Vb3	S31	S32'
Vc1	OFF	OFF	Vc2	OFF	OFF	Vc3	OFF	ON
0	OFF	ON	0	OFF	ON	0	ON / OFF	ON / OFF
-Vc1	ON	ON	-Vc2	ON	ON	-Vc3	ON	OFF

【図5a】

P=9 N=10 D=0.9 V <sub>ref</sub> = V <sub>out</sub> /10	時間間隔									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Vc1 = 2V <sub>ref</sub>	-1	-1	0	0	0	0	1	1	1	-1
Vc2 = 3V <sub>ref</sub>	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	-1
Vc3 = 4V <sub>ref</sub>	0	0	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1

【図5b】

P=1 N=10 D=0.1 V <sub>ref</sub> = V <sub>out</sub> /10	時間間隔									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Vc1 = 2V <sub>ref</sub>	1	1	1	0	0	0	0	-1	-1	-1
Vc2 = 3V <sub>ref</sub>	1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1
Vc3 = 4V <sub>ref</sub>	1	0	0	-1	-1	-1	-1	1	1	1

【図6a】

P=1 N=8 D=0.125 V <sub>ref</sub> = V <sub>out</sub> /8	時間間隔							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Vc1 = 2V <sub>ref</sub>	0	1	1	0	0	0	-1	-1
Vc2 = 3V <sub>ref</sub>	1	-1	-1	1	1	1	-1	-1
Vc3 = 4V <sub>ref</sub>	1	0	0	-1	-1	-1	1	1

【図7b】

P=6 N=7 D=0.142 V <sub>ref</sub> = V <sub>out</sub> /7	時間間隔						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Vc1 = 2V <sub>ref</sub>	1	1	0	0	0	-1	-1
Vc2 = 3V <sub>ref</sub>	1	1	-1	-1	-1	1	0
Vc3 = 4V <sub>ref</sub>	-1	-1	1	1	1	0	-1

【図8a】

P=5 N=6 D=0.833 V <sub>ref</sub> = V <sub>out</sub> /6	時間間隔					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Vc1 = 2V <sub>ref</sub>	1	0	0	-1	-1	1
Vc2 = 3V <sub>ref</sub>	1	-1	-1	1	1	-1
Vc3 = 4V <sub>ref</sub>	-1	1	1	0	0	-1

【図8b】

P=1 N=6 D=0.166 V <sub>ref</sub> = V <sub>out</sub> /6	時間間隔					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Vc1 = 2V <sub>ref</sub>	-1	-1	0	0	1	1
Vc2 = 3V <sub>ref</sub>	1	-1	1	1	-1	-1
Vc3 = 4V <sub>ref</sub>	1	1	-1	-1	0	0

【図9a】

P=4 N=5 D=0.8 V <sub>ref</sub> = V <sub>out</sub> /5	時間間隔				
	T1	T2	T3	T4	T5
Vc1 = 2V <sub>ref</sub>	1	0	0	-1	0
Vc2 = 3V <sub>ref</sub>	1	-1	-1	1	0
Vc3 = 4V <sub>ref</sub>	-1	1	1	0	-1

【図6b】

P=5 N=8 D=0.625 V <sub>ref</sub> = V <sub>out</sub> /8	時間間隔							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Vc1 = 2V <sub>ref</sub>	1	0	0	0	0	-1	-1	1
Vc2 = 3V <sub>ref</sub>	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1
Vc3 = 4V <sub>ref</sub>	1	0	0	0	0	0	0	-1

【図6c】

P=3 N=8 D=0.375 V <sub>ref</sub> = V <sub>out</sub> /8	時間間隔							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Vc1 = 2V <sub>ref</sub>	-1	1	1	-1	0	0	0	0
Vc2 = 3V <sub>ref</sub>	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1
Vc3 = 4V <sub>ref</sub>	1	0	0	-1	0	0	0	0

【図6d】

P=7 N=8 D=0.875 V <sub>ref</sub> = V <sub>out</sub> /8	時間間隔							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Vc1 = 2V <sub>ref</sub>	-1	-1	0	0	0	1	1	0
Vc2 = 3V <sub>ref</sub>	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1
Vc3 = 4V <sub>ref</sub>	0	0	1	1	1	-1	-1	-1

【図7a】

P=1 N=7 D=0.857 V <sub>ref</sub> = V <sub>out</sub> /7	時間間隔						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Vc1 = 2V <sub>ref</sub>	1	0	0	0	1	-1	-1
Vc2 = 3V <sub>ref</sub>	0	1	1	1	-1	-1	-1
Vc3 = 4V <sub>ref</sub>	1	-1	-1	-1	0	1	1

【図9b】

P=3 N=5 D=0.6 V <sub>ref</sub> = V <sub>out</sub> /5	時間間隔				
	T1	T2	T3	T4	T5
Vc1 = 2V <sub>ref</sub>	-1	1	1	0	-1
Vc2 = 3V <sub>ref</sub>	0	0	0	-1	1
Vc3 = 4V <sub>ref</sub>	1	0	0	0	-1

【図9c】

P=2 N=5 D=0.4 V <sub>ref</sub> = V <sub>out</sub> /5	時間間隔				
	T1	T2	T3	T4	T5
Vc1 = 2V <sub>ref</sub>	1	0	1	-1	-1
Vc2 = 3V <sub>ref</sub>	-1	1	0	0	0
Vc3 = 4V <sub>ref</sub>	1	0	-1	0	0

【図9d】

P=1 N=5 D=0.2 V <sub>ref</sub> = V <sub>out</sub> /5	時間間隔				
	T1	T2	T3	T4	T5
Vc1 = 2V <sub>ref</sub>	0	-1	0	0	1
Vc2 = 3V <sub>ref</sub>	0	-1	1	1	-1
Vc3 = 4V <sub>ref</sub>	1	1	-1	-1	0

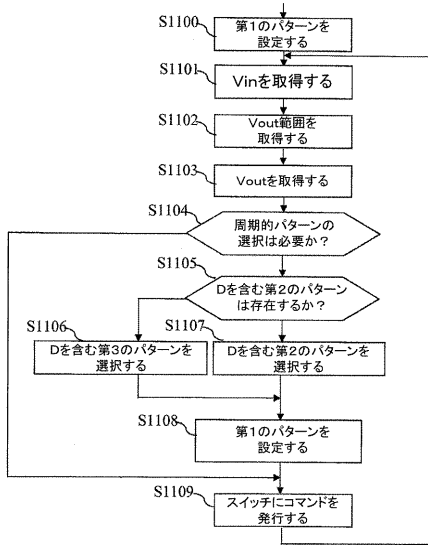
【図10a】

P=6 N=8 D=0.75 V <sub>ref</sub> = V <sub>out</sub> /8	時間間隔							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Vc1 = V <sub>ref</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0
Vc2 = 2V <sub>ref</sub>	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1
Vc3 = 4V <sub>ref</sub>	0	0	0	0	1	1	-1	-1

【図10b】

P=4 N=5 D=0.8 V <sub>ref</sub> = V <sub>out</sub> /5	時間間隔				
	T1	T2	T3	T4	T5
V <sub>c1</sub> = V <sub>ref</sub>	-1	-1	1	1	0
V <sub>c2</sub> = 2V <sub>ref</sub>	-1	1	0	0	0
V <sub>c3</sub> = 4V <sub>ref</sub>	1	0	0	0	-1

【図11】



## フロントページの続き

(74)代理人 100110423

弁理士 曾我 道治

(74)代理人 100111648

弁理士 梶並 順

(74)代理人 100147500

弁理士 田口 雅啓

(74)代理人 100166235

弁理士 大井 一郎

(72)発明者 ヴォワイエ、ニコラ

フランス国、35708 レヌ・セデックス 7、セーエス 10806、アレ・ドゥ・ポーリ  
ュー 1、ミツビシ・エレクトリック・アールアンドディー・センター・ヨーロッパ

審査官 中里 翔平

(56)参考文献 国際公開第2010/010710(WO, A1)

特表2002-506609(JP, A)

特開平11-299226(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02M 3/07